

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional

LUDMILA CORRÊA DOS REIS GONÇALVES

**Caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio: um
aperfeiçoamento dos conhecimentos e das práticas relacionadas à Bioquímica**

Belo Horizonte

2022

LUDMILA CORRÊA DOS REIS GONÇALVES

**Caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio: um
aperfeiçoamento dos conhecimentos e das práticas relacionadas à Bioquímica**

VERSÃO FINAL

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira

Belo Horizonte

2022

043

Gonçalves, Ludmila Corrêa dos Reis.

Caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio: um aperfeiçoamento dos conhecimentos e das práticas relacionadas à Bioquímica [manuscrito] / Ludmila Corrêa dos Reis Gonçalves. – 2022.

157 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Bioquímica. 3. Didática. 4. Plano de aula. 5. Pesquisa científica. I. Vieira, Rafael Pinto. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE

LUDMILA CORRÊA DOS REIS GONÇALVES

DEFESA Nº. 014 ENTRADA 1º/2020

No dia **9 de agosto de 2022**, às **9:00 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Teams, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**CAMINHOS E RELAÇÕES ENTRE O SUBMICRO E O MACRO NO ENSINO MÉDIO: UM APERFEIÇOAMENTO DOS CONHECIMENTOS E DAS PRÁTICAS RELACIONADAS À BIOQUÍMICA**", como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, o **Dr. Rafael Pinto Vieira**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO
Dr. Rafael Pinto Vieira	UFMG	Aprovada
Dra. Fernanda de Jesus Costa	UEMG	Aprovada
Dra. Paola Rocha Gonçalves	UFES	Aprovada

Pelas indicações, a candidata foi considerada: **APROVADA**.

O resultado foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, à candidata, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 9 de agosto de 2022.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Pinto Vieira, Professor do Magistério Superior**, em 09/08/2022, às 17:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Fernanda de Jesus Costa, Usuário Externo**, em 09/08/2022, às



18:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paola Rocha Gonçalves, Usuária Externa**, em 12/08/2022, às 15:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch, Subcoordenador(a)**, em 17/08/2022, às 10:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1660791** e o código CRC **3ED7FE22**.

À minha pimenta Maju, o meu acaento diário.

Agradecimento à CAPES

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

Agradecimentos

Ao Dr. Rafael Vieira, pela sua dedicação e compreensão. Por contribuir para o meu crescimento e por todos os ensinamentos. Agradeço também às professoras que compuseram a banca e contribuíram para o resultado do trabalho.

À CAPES pelo apoio, que garantiu a minha dedicação aos estudos, permitindo a conclusão das minhas atividades acadêmicas e a execução da minha pesquisa.

Agradeço a minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente. Aos meus pais, por me permitirem voar e alçar novos caminhos.

Ao meu marido por ser porto e aconhego em todos os momentos. A minha filha por me acompanhar sempre e me fazer buscar sempre mais.

Aos meus colegas de pós-graduação, que buscaram comigo cada vitória e conquista.

Aos meus amigos, por estarem presentes, mesmo quando eu não estava.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Mestrando: Ludmila Corrêa dos Reis Gonçalves
Título do TCM: caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio: um aperfeiçoamento dos conhecimentos e das práticas relacionadas à Bioquímica
Data da defesa: 09 de Agosto de 2022
<p>Cursar uma pós-graduação nunca é fácil, ainda mais quando se trabalha em três locais diferentes, além de outras diversas ocupações concomitantemente.</p> <p>A jornada dos professores da educação básica, principalmente no estado de Minas Gerais, é exaustiva e tortuosa. Ainda mais com a falta da valorização e reconhecimento, tanto pelo governo, quanto pelos alunos e seus familiares.</p> <p>Porém, isso não é motivo para não tentar melhorar as nossas práticas educacionais. Ainda temos uma gama de motivos que nos permite buscar conhecimentos e ampliar as ferramentas utilizadas para a melhoria da educação do nosso país.</p> <p>A proposição de novas metodologias de ensino nem sempre é recebida facilmente por toda a comunidade escolar, então enfrentamos diversos desafios para conseguirmos transformar atividades já conhecidas do nosso cotidiano em atividades investigativas. Em alguns momentos, acreditei que não teria o equilíbrio emocional requerido para a quantidade de tarefas, trabalhos, relatórios, apresentações, planejamentos e provas de qualificação. No entanto, sempre pensei em como melhorar a minha perspectiva da educação e contribuir para a ampliação do letramento científico.</p> <p>Conheci pessoas que mudaram a minha visão educacional e permitiram que eu pudesse compartilhar as minhas experiências com futuros professores, que no momento são alunos da graduação. Dentre essas atividades, cito a participação em dois semestres da disciplina Laboratório de Ensino em Bioquímica, com o professor Rafael e a professora Rafaela Salgado (Apêndice 6).</p> <p>Agradeço a todas as oportunidades que me foram dadas, e ao empenho do meu orientador, professor Rafael Pinto Vieira, em me incluir em diversas atividades que me proporcionaram uma vivência, por completo, na Universidade. Ele foi o meu ponto de equilíbrio no meio dessa turbulência e preciso expor a minha completa admiração pela pessoa que ele é.</p>

Resumo

O ensino de Bioquímica é um conteúdo listado como de difícil compreensão, devido ao volume de informação e a associação direta da Biologia com a Química e a Física, provocando resistência por parte dos alunos quanto à complexidade dos fenômenos e abstração. Para contemplar tal conteúdo na Educação Básica, faz-se necessário abordar o assunto com práticas alternativas que estimulem a curiosidade dos discentes e facilitem a conceituação. O ensino por investigação é uma proposta que consegue reunir as etapas do método científico, promovendo estratégias eficazes na construção de explicações de fenômenos científicos, consolidando nos estudantes as habilidades necessárias para a autonomia e, neste caso, a presença de Bioquímica no cotidiano. No presente trabalho, concomitantemente aos estudos da Bioquímica, propusemos produzir um livro digital, promovendo o desafio de interrelacionar os processos de neurotransmissão do Sistema Nervoso Central (SNC) em sala de aula, produzindo conexões entre a estrutura dos mediadores químicos que transportam as informações em nosso organismo e outras espécies químicas, também presentes no cotidiano, e essenciais ao metabolismo. No estabelecimento dessas relações, é necessário que os discentes compreendam a transição escalar das estruturas submicroscópicas e microscópicas com as macroscópicas. Neste sentido, foram propostas ferramentas educacionais em três eixos distintos, mas complementares: (1) a produção de um livro digital em PDF gratuito, (2) um manual de práticas anexo ao livro digital e (3) uma sequência didática, cuja relevância foi pontuada em uma análise crítica. O livro digital possui fácil e ampla divulgação, o que permite a popularização dos estudos da Bioquímica ao nível dimensional. A linguagem acessível do livro digital permite o alcance a estudantes da educação básica com abordagens que podem contribuir na compreensão dos conceitos, pois promove a ancoragem com os conhecimentos prévios dos alunos. O manual de práticas pode ser usado pelos leitores ou por professores da educação básica como uma estratégia ativa com viés investigativo que irá auxiliar o processo de aprendizagem dos estudantes e a construção de conhecimentos acerca das composições biomoleculares, apresentadas por meio dos processos de transmissão de informações do SNC.

Palavras-chave: ensino por investigação, submicroscópico, microscópico, macroscópico, Bioquímica, Sistema Nervoso Central

Abstract

Biochemistry is a topic which is considered hard to be understood, due to the amount of information and its close association among Biology, Chemistry and Physics, leading to a challenging achievement of the complexity of the phenomenon and abstraction by students. In Basic Education, it's necessary to approach the subject by alternative practices in order to stimulate the curiosity in students, making the conceptualization easier. Investigation teaching is a proposal that can gather the scientific method steps, promoting effective strategies in building scientific phenomenon explanations, consolidating in students the needed abilities to achieve autonomy as well as the Biochemistry concepts in the routine. In the present work, simultaneously to Biochemistry studies, we proposed to produce a digital book, promoting the challenge of correlating the neurotransmission processes of the Central Nervous System (CNS) in the classroom, producing connections between the structure of chemical mediators that transport information to our organism and other chemistry species, also presented in daily life, and essential to the metabolism. In order to establish these connections, it is needed that students understand the scalar transition of the submicroscopic and microscopic structures. In that regard, three educational tools were proposed in three different axes, in a complementary fashion: (1) the production of a free digital book in PDF format, (2) a manual of experimental practices which is attached to the digital book and (3) a teaching practice sequence, which its relevance was analyzed by a critical analysis. The digital book has easy and wide disclosure, which allows the popularization of Biochemistry in the regards to a dimensional level. The accessible language of the digital book might contribute in concepts comprehension, anchoring the previous knowledge of the students. The manual of experimental practices can be used by the readers or teachers in basic educational levels as an active strategy with investigative focus that will help the learning process of students. In this process, the knowledge of biomolecular composition, also presented by the molecular processes of CNS information transmissions, is also approached.

Key words: investigation teaching, submicroscopic, microscopic, macroscopic, Biochemistry, Central Nervous System (CNS)

Lista de ilustrações

Quadro 1 - Etapas da sequência didática.....	27
--	----

Lista de abreviaturas e siglas

EnCI Ensino de Ciências por Investigação

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP Comitê de Ética e Pesquisa

SNC Sistema Nervos Central

TALE Termo de assentimento livre e esclarecido

TCLE Termo de consentimento livre e esclarecido

TCM Trabalho de Conclusão de Mestrado

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais

Sumário

1. Introdução.....	14
2. Referencial teórico.....	16
2.1. Aprendizagem significativa.....	16
2.2. Ensino de Ciências por investigação.....	17
2.3. Ensino de Bioquímica.....	18
2.3.1. As dimensões no Ensino de Bioquímica.....	19
2.3.2. A neurociência no ensino de Bioquímica.....	20
3. Objetivos.....	21
3.1. Objetivo Geral.....	21
3.2. Objetivos Específico.....	21
4. Material e Métodos.....	22
4.1. Tipo de trabalho.....	22
4.2. Aspectos éticos.....	23
4.3. Sequência didática.....	23
4.4. Livro digital	27
4.5. Manual de práticas.....	28
5. Resultados e Discussões	29
5.1. Análise crítica da sequência didática.....	29
5.2. Livro digital.....	32
6. Considerações finais.....	34
7. Referências Bibliográficas.....	34
8. Apêndices.....	40
a. Apêndice 1: TALE – Termo de Assentimento Livre e esclarecido	40
b. Apêndice 2: TCLE – Termo de Consentimento Livre e esclarecido.....	44
c. Apêndice 3: Declaração de aprovação do projeto de extensão “Dimensões”	48
d. Apêndice 4: Classificação Edital LMIC 2021.....	49
e. Apêndice 5: Parecer Consubstanciado do CEP.....	50
f. Apêndice 6: Declaração de participação na disciplina “Laboratório de Ensino em Bioquímica”	52
g. Apêndice 7: Livro digital: Beagá das dimensões.....	53
h. Apêndice 8: Manual de Práticas do livro digital.....	136

1. Introdução

O papel do professor é facilitar a aprendizagem, sempre colocando o aluno como protagonista. Em alguns conteúdos específicos, os desafios para aguçar a curiosidade dos alunos a fim de que eles tenham iniciativa como agentes da construção do próprio conhecimento são ainda maiores.

O ensino de Biologia possibilita articulações e estabelece correlações com a natureza e com os conceitos âncoras dos alunos (MAIA, 2019). Com isso, promove o desenvolvimento de conhecimentos acerca do meio científico, proporcionando a comunicação do ensino básico com os métodos experimentais desenvolvidos em universidades e centros de pesquisa (MAIA, 2019).

Para promover a aprendizagem e facilitar os estudos da Biologia, são definidas diversas categorias científicas da vasta gama de ações da Ciência. Desta maneira, a aprendizagem de significados pode ser construída, de tal forma, que garanta a consolidação de termos e definições técnicas necessárias para a compreensão da Ciência, o que favorece a capacidade de articulação do estudante em determinados tópicos (TAVARES, 2004; ALVES et al, 2019).

Dentre as categorias de divisão da Biologia, a Bioquímica abrange os subgrupos da Biologia e Química de forma multidisciplinar e interdisciplinar, de acordo com Bicalho e Oliveira (2011) e Fazenda (2011), pela contribuição complementar que as disciplinas oferecem aos estudos. Para Madeira (1990), a Bioquímica consiste em um tópico amplo, que necessita de conhecimentos de ciência moderna. Isto pode causar desconforto no aprendiz, uma vez que, mesmo o assunto sendo de interesse do aluno, o processo pode levar à desmotivação em função da dedicação de um longo período de seu tempo escolar à consolidação dos conceitos e à ancoragem por meio dos seus subsunçores (WOOD, 1990; WOOD, 2001; YE; LEWIS, 2014). Esse desconforto pode ocorrer pois, na maioria das vezes, a Bioquímica é apresentada aos alunos unicamente a partir da visão do cientista, o que impede a valorização dos subsunçores dos alunos desenvolvidos com a aplicação das práticas que envolvem o mundo onde tais alunos estão inseridos.

A Bioquímica é uma disciplina que utiliza processos abstratos para demonstrar a organização dos seres vivos. A observação e a consolidação dos processos bioquímicos a partir do que envolve os alunos é um desafio frente à representação por meio de abordagens comumente utilizadas na educação básica (MACHADO et al, 2010). Para facilitar esse processo, estratégias devem ser utilizadas para estruturar o ensino da Bioquímica a partir do olhar dos estudantes, tornando-os o centro do próprio aprendiz, o chamado “protagonismo

estudantil” (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Para compreender a Biologia e as Ciências em geral de forma completa e contextualizada, é necessário que os discentes percebam as diferentes “dimensões” nas quais estamos submetidos e submergidos quando tratamos de fenômenos biológicos. Porém, as representações visuais e gráficas não alcançam entendimento e familiaridade em relação aos estudantes, pois a Ciência pode se mostrar complexa e inalcançável de acordo com a sua abstração para descrever as estruturas que, na maioria das vezes, ocorrem aos níveis submicroscópicos e microscópicos.

Métodos convencionais destacam a estratégia de apresentar aos alunos os resultados obtidos no desenvolvimento dos estudos realizados nas universidades e centros de pesquisa, levando a crer que a melhor didática seria a da amostragem. No entanto, essa abordagem não leva ao protagonismo do aluno, sendo que ele não possui meios para corroborar ou refutar uma teoria apresentada a ele pelos professores (TABOSA; PEREZ, 2021). Neste contexto dogmático, o entendimento da ciência acaba se distanciando da realidade do estudante. Com isso, os docentes devem desenvolver estratégias para que os alunos consigam compreender a ciência associando-a à sua realidade, exercitando suas habilidades de pesquisa dentro de seu contexto (HENRIQUES et al, 2016; YE; LEWIS, 2014, WOOD, 2001).

O presente trabalho, no contexto educacional do ensino de Biologia para o ensino médio e podendo se estender para o fundamental, propõe descrever as atividades que estabelecem práticas relacionadas à interrelação submicro e micro com o macro utilizando os distúrbios do Sistema Nervoso Central (SNC) de forma contextualizada. Dessa forma, temáticas complexas da Neurociência e da Bioquímica serão trabalhadas de maneira acessível, utilizando diferentes propostas e métodos de ensino, fazendo com que a ciência se aproxime dos estudantes da educação básica, para que eles consigam assimilar assuntos até então distantes ou cuja presença em suas rotinas não estivessem claramente relacionadas ao submicro e micro. Espera-se, assim, estimular o interesse pelo debate, raciocínio crítico e saber científico (SOUZA et al., 2017).

Inicialmente, a proposta objetivou apenas a aplicação de uma sequência didática, que teria como público-alvo alunos da 1ª série de uma escola da Cidade de Contagem. Entretanto, diversas vertentes dificultaram essa aplicação. A pandemia de Sars-Cov 2, que ocasionou no distanciamento social, impossibilitou a realização da sequência didática de forma presencial, e até mesmo *on-line*. Novos caminhos foram propostos e fez-se o uso de três frentes de trabalho: 1) a produção de um livro digital gratuito, com o intuito de permitir aos alunos se situarem dentro da Bioquímica com eventos possíveis do seu cotidiano, e no contexto do

projeto de extensão Dimensões (SIEX 404313); 2) um manual de práticas anexo ao livro digital, caracterizando a importância de “fazer ciência”, promovendo materiais práticos para a realização de experimentos tanto com a mediação do professor, ou como uma realização do leitor que quiser explorar os caminhos individualmente; 3) uma análise crítica da sequência didática, com o intuito de verificar a aplicabilidade da atividade e a sua importância para a inovação pedagógica da Bioquímica.

2. Referencial Teórico

2.1. Aprendizagem significativa

A composição da comunidade escolar é bastante diversificada, pois ela depende do contexto social, econômico e cultural da região na qual está inserida. Diante dessas circunstâncias, compreender as interações que os estudantes estão envolvidos facilita a inserção de novos conceitos utilizando a interconexão com os conhecimentos prévios (YE; LEWIS, 2014).

De acordo com Tavares (2010), a aprendizagem significativa envolve três fatores: 1) o material educacional utilizado na construção do conhecimento; 2) a capacidade do aprendiz em relacionar os conteúdos aos seus conhecimentos prévios; e 3) a disposição do estudante em se envolver com as atividades de ancoragem.

Como a aprendizagem significativa necessita da iniciativa para garantir a capacidade de articulação, o aluno acaba recorrendo à aprendizagem mecânica. Neste caso, a memorização é tida como foco principal até a utilização em provas e testes e, logo após, o conteúdo é esquecido ou abandonado (TAVARES, 2004; TAVARES, 2010; WOOD, 1990).

Na maioria das vezes, o processo de aprendizagem utiliza o livro didático como material principal de ferramenta educacional. Entretanto, a linguagem dos livros pode não ser atrativa aos estudantes e, eles são obrigados a utilizar como dados a observação dos estudos realizada pelos autores, tornando o ensino mecânico e distante de sua realidade.

Tavares (2010) afirma que a aprendizagem significativa funciona quando os estudantes conseguem construir o conhecimento a partir da ocorrência de conexões importantes para a inclusão de novos significados aos processos da Natureza. Deste modo, o aluno é capaz de organizar o objetivo de aprendizagem com as ferramentas educacionais, formando conceitos mais detalhados acerca de um tema, aproximando-os a sua vivência.

Neste ponto, o professor tem o importante papel de mediar a ancoragem dos conceitos

prévios aos novos conceitos (YE; LEWIS, 2014), estimulando os estudantes a apresentarem o seu ponto de vista acerca de um assunto, mesmo que incorretos (GIFFONI et al, 2020), desenvolvendo técnicas que permitam a vinculação dos múltiplos conceitos abstratos abordados na Bioquímica de forma significativa, levando à captação da atenção do aluno por meio de atividades originais e factíveis.

2.2. Ensino de Ciências por Investigação

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) compreende uma abordagem que promove a interação dos estudantes em seu processo de desenvolvimento da aprendizagem (SASSERON, 2018; SCARPA; CAMPOS, 2018; BRITO; FIREMAN, 2016). Para que essa abordagem aconteça de maneira efetiva, é necessário que haja a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos (SCARPA; CAMPOS, 2018), para que os novos conceitos apresentados possam fazer sentido para o estudante. É nesta direção que o EnCI deve ter seu foco nas interações sociais, culturais e econômicas nas quais os discentes estão inseridos, para que a autonomia de determinar os fatores da realização de uma investigação, por parte do aluno, favoreça a construção do raciocínio de argumentação e de formação do senso crítico (SCARPA; CAMPOS, 2018).

As práticas educacionais mais aplicadas em sala de aula acabam seguindo direções contrárias ao desenvolvimento de atividades investigativas. Isso se deve a três fatores principais. Em primeiro lugar, isso se deve à falta de motivação dos estudantes com a maneira por meio da qual os temas são apresentados (BRITO; FIREMAN, 2016). Em segundo lugar, a complexidade dos conceitos que explicam os fenômenos naturais envolvidos no ensino de Ciências apresenta-se como desafio (BRITO; FIREMAN, 2016). E, finalmente, a abordagem dogmática utilizada pela maioria dos professores é um entrave (BRITO; FIREMAN, 2018). Essa abordagem, em geral tem o objetivo de atingir efeitos específicos no contexto da educação básica, como a subsequente aprovação em uma universidade. No entanto, como o aluno se interessará pelas atividades desenvolvidas nos centros de pesquisas e universidades, se ele não possui autonomia para explorar os temas que lhe interessa? É possível explorar e exercitar esta autonomia no ensino básico.

Dentro desta perspectiva, o EnCI permite a interação dos alunos com a escolha dos temas que serão colocados em destaque dentro de um tópico da Biologia, pois ela ocorre de maneira colaborativa (SASSERON, 2018). Assim, o estudante será capaz de extrapolar os muros de “saber o significado” dos conceitos para “compreender os fenômenos” e

consequentemente produzir soluções para os desafios cotidianos do contexto em que vivem, de forma racional e que contribua para a formação da autonomia (SCARPAS; CAMPOS, 2018), perpassando pelas competências e habilidades requeridas pela alfabetização científica.

Desta forma, a premissa básica da alfabetização científica, de acordo com Sasseron e Carvalho (2014), é a organização dos conhecimentos de um discente com a inclusão de novos conceitos de maneira coerente ao seu contexto social, cultural e histórico. Isso configura uma etapa importante na compreensão das Ciências da Natureza, capaz de fornecer subsídios para a formação dos conhecimentos a respeito da forma como nos relacionamos aos recursos do meio no qual vivemos, e como podemos prover soluções para os problemas que afligem a sociedade. Este é o verdadeiro papel da Ciência e que é explorado no EnCI, o de argumentar e questionar de forma sólida, promovendo a evolução do pensamento científico e do conhecimento.

Tendo em vista a necessidade de ampliar as ferramentas educacionais no ensino de Bioquímica na educação básica, o presente projeto apresenta um material capaz de fornecer subsídios para o desenvolvimento de atividades com viés investigativo, situando o aluno na posição de protagonista do processo de aprendizagem, levando também em conta, em todos os momentos, os seus conhecimentos prévios e o meio que o cerca.

A compreensão da aprendizagem significativa amplia o processo de modificação do conhecimento e da abordagem da aprendizagem na educação básica. Para Pelizzari et al (2002) a aprendizagem significativa promove a organização do conhecimento por meio da descoberta, fazendo total sentido ao discente. O aluno assimila o conhecimento adquirido contextualizando-o aos seus conhecimentos prévios. Isso promove, então, o distanciamento da aprendizagem mecânica, cuja processo acontece por repetição de conceitos (PELIZZARI et al, 2002). Neste caso o desenvolvimento da ação não estabelece conexão com os conhecimentos prévios do aluno, portanto, não faz sentido algum para ele. Acaba sendo uma relação superficial e utilizada em um curto período, exclusivamente, durante a realização das ferramentas de avaliação.

2.3. Ensino de Bioquímica

A Bioquímica é um tópico da Ciência sustentado, principalmente, pelos conhecimentos integrados da Biologia, da Física e da Química, envolvendo estudos relacionados aos processos de constituição e manutenção da vida, justificando sua designação como a “química da vida” (BUTNARIU et al, 2018; HENRIQUES et al, 2016).

Abordar a Bioquímica de maneira superficial e descontextualizada impede que os discentes compreendam a importância dos processos químicos e das biomoléculas na formação dos indivíduos e como os eventos submicroscópicos do metabolismo relacionam-se diretamente ao mundo macroscópico, (ALVES et al., 2019; TALANQUE, 2010; TSAPARLIS, 2014), como no contexto da Fisiologia e Patologia.

A Bioquímica é um conteúdo central na formação do desenvolvimento das relações do submicro e do micro com o macro. Ela fornece, portanto, as bases para a construção da hierarquia estrutural dos seres vivos, proporcionando o entendimento das dimensões que cercam o cotidiano do aluno. Mesmo sendo um tópico que se insere em um contexto multidisciplinar, em que os alunos necessitam de conceitos prévios da matéria de química, esse conteúdo normalmente é lecionado de forma breve e simplificada, levando a Bioquímica a ser considerada uma disciplina de difícil aprendizagem (MELO; SILVA, 2019; YE; LEWIS, 2014; WOOD, 2001; ALVES et al, 2019).

Levando-se em conta todas as vertentes que envolvem o ensino de Bioquímica, podemos compreender as dificuldades que causam a fragmentação da aprendizagem a respeito dos processos biomoleculares. São diversos os fatores que evidenciam os problemas relacionados à forma de apresentação aos alunos das escalas em Bioquímica. A maioria dos discentes preferem uma abordagem simplificada, uma vez que, além do tempo limitado para as abordagens mais ousadas, os alunos chegam ao ensino médio com uma deficiência em tópicos anteriores, como Física e Química, elementares à ancoragem dos processos teóricos relacionados à Bioquímica e, conseqüentemente, à contextualização do tópico junto ao cotidiano dos estudantes. (WOOD, 1990; SOLNER et al, 2020; ANDRE et al, 2017). Assim, a memorização torna-se um dos caminhos mais adotados, gerando frustração nos discentes e docentes, e finalmente levando a uma resistência à Bioquímica, à sua contextualização e ao seu processo de aprendizado.

2.3.1. As dimensões no ensino de Bioquímica

O entendimento das relações entre o submicro e o micro ao macro é muito desafiador para os estudantes da educação básica. Inicialmente, os alunos compreendem somente a relação tangível, aquela que podemos identificar como concreta e alcançável, deixando de lado a relação intangível, identificada como abstrata, sem conseguir relacioná-la às estruturas complementares (JOHNSTONES, 2010; MAIA; SILVA, 2019; TSAPARLIS, 2014).

Para entender e sanar tais dificuldades, Johnstones (2010) propôs o uso dos três níveis

do conhecimento químico. Essa abordagem promove o entendimento racional dos processos abstratos, concretos e equacionais (matemáticos), baseando-se nos conhecimentos prévios dos alunos, realizando a reorganização de conceitos e ancorando o processo que anteriormente era inatingível.

Mesmo evidenciando a importância da relação de escala científica, existem desafios que os alunos enfrentam ao tentarem relacionar o submicroscópico e o microscópico ao macroscópico em situações corriqueiras, discutidas durante a educação básica. De acordo com as dificuldades em conduzir situações que representem as interrelações escalares, que acabam sendo bastante básicas no Ensino Médio, é imprescindível a utilização de ferramentas que facilitem o aprendizado em Bioquímica. Quando o aluno consegue relacionar os conceitos bioquímicos à sua realidade e às fases da vida dos seres vivos, compreende-se que os processos biomoleculares conectam submicro, micro e macro, promovendo então a aprendizagem significativa (HENRIQUES et al, 2016; JOHNSTONE, 2019; TALANQUER, 2010; TSAPARLIS, 2014).

Para impedir que os alunos pulem as etapas da construção de conhecimentos acerca do submicro, micro e macro, é importante utilizar o estudo por investigação, pois ele aborda os processos da metodologia científica, que, neste caso, promove a reorganização das amostragens submicroscópicas com a interpretação de fórmulas, equações e reações químicas e bioquímicas, interrelacionando átomos, íons e moléculas e aperfeiçoando as relações existentes com o mundo macro (JOHNSTONES, 2010; MELO; SILVA, 2017).

Nessa perspectiva, é explícita a necessidade de promover a construção de disciplinas que abordem a relação das dimensões escalares, apropriando-se dos conceitos da Bioquímica, motivando os estudantes a interagirem com a metodologia científica pela sua visão, resultando em um processo de aprendizagem dinâmico.

2.3.2. A neurociência no ensino de Bioquímica

Para estabelecer práticas investigativas com a Bioquímica, a Neurociência é uma área complementar que colabora com o entendimento da composição das moléculas envolvidas na neuroquímica e fisiologia do sistema nervoso, assim como na compreensão dos mecanismos patológicos de doenças relacionadas, como as neurodegenerativas e neuropsiquiátricas (BALDISSIN, 2014), estabelecendo conexões diretas com situações cotidianas dos estudantes no âmbito da saúde humana.

Ao promover interações dos novos conhecimentos com os conhecimentos prévios, a

aprendizagem significativa provoca estímulos que modificam o armazenamento de informações (BARTOSZECK, 2006). Essa coordenação de informações acontece de forma efetiva quando os discentes se sentem no controle do seu processo de aprendizagem. Dizemos, então, que eles são os protagonistas dos meios que garantem a construção de habilidade e a identificação de conceitos, até então inéditos no seu contexto educativo.

Para Bartoszeck (2006), o ensino, quando bem-sucedido, pode provocar alterações que culminam com a promoção de conexões com o contexto real vivido pelo estudante. A introdução de novos conceitos e conhecimentos permite que as habilidades sejam desenvolvidas de tal forma que o discente reaja a cada estímulo provocado pelo processo de aprendizagem, de forma intensa e duradoura (OLIVEIRA, 2011).

3. Objetivos

3.1. Objetivo Geral:

Desenvolver ferramentas educacionais que promovam práticas investigativas contextualizadas às interrelações do submicro e do micro com o macro.

3.2. Objetivos Específicos:

- Multiplicar o efeito transformador da ciência por meio de um livro digital gratuito em formato PDF, apresentando situações cabíveis na articulação da Bioquímica e tendo como cenário a cidade de Belo Horizonte e sua região metropolitana;
- Registrar e exemplificar as estratégias utilizadas no desenvolvimento do ensino por investigação, por meio do manual de práticas, que demonstrem as relações entre o submicro e o micro com o macro com as práticas contextualizadas do SNC;
 - Utilizar o manual para ampliar as discussões acerca das dimensões escalares;
 - Promover articulações investigativas com os alunos buscando evidenciar a interrelação do submicro e do micro com o macro;
 - Apresentar uma sequência didática que estabeleça correlações contextualizadas entre a Bioquímica de macronutrientes, metabolismo energético e a Bioquímica do SNC e de neurotransmissores, de forma simplificada;
 - Analisar de maneira crítica a relevância da sequência didática dentro do contexto da educação básica.

4. Material e Métodos

4.1. Tipo de Trabalho

Inicialmente, a presente proposta didática de ensino por investigação estava prevista para ser realizada com estudantes da educação básica, junto às turmas de primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Elizabeth Kalil em Contagem, região metropolitana de Belo Horizonte.

Devido à pandemia de Sars-Cov 2, a sequência didática não foi aplicada, mesmo tendo sido submetida e aprovada à Plataforma Brasil (CAAE: 52992621.0.0000.5149 e número do parecer: 5.180.349), com parecer favorável emitido em 20 de dezembro de 2021.

A proposta foi construída de forma que pode ser aplicada em qualquer escola de educação básica, pois a utilização de materiais de fácil acesso foi o ponto principal do plano de ensino, permitindo a adaptação para a realidade dos alunos. Nesse sentido, é importante ressaltar que o processo de ensino-aprendizagem requer uma variedade de estratégias em paralelo à construção do conteúdo estudado. Afinal, de acordo com Scarpa e Campos (2018, p. 26):

“a dinâmica educativa deve considerar o caráter cultural, histórico e social do processo de construção de conhecimento, incorporando em sua dimensão as interações sociais como mediadoras desse processo e o significativo papel da linguagem na elaboração de raciocínios sobre o mundo”.

Para o desenvolvimento do projeto, foram propostos metodologias ativas e o processo de ensino por investigação, levando-se em conta as diferenças sociais, assim como as variações de faixa etária e perfis dos estudantes.

De acordo com Scarpa e Campos (2018), devemos levar em conta todo o conhecimento já adquirido pelos discentes durante suas vidas, sendo que estes conhecimentos podem ser utilizados no embasamento do processo de aprendizagem. A partir disso, começamos a desenvolver os eixos da Alfabetização Científica na educação básica (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Para a evolução satisfatória da presente proposta e de propostas similares, deve-se relacionar os eixos da Alfabetização Científica ao modo por meio do qual o aluno consegue tomar decisões. Assim, a parte inicial consiste em introduzir os conceitos (“aprender ciências”)

das disciplinas onde as práticas possam encorajar os nossos alunos a enunciar justificativas (“aprender a fazer ciência”), da utilização desses conceitos no processo da investigação científica, da construção de hipóteses e na elucidação de um problema que atinge a sociedade, para então obter os investimentos capazes de sustentar as evidências (SCARPA; CAMPOS, 2018).

O ensino por investigação é um método que tem o objetivo de envolver completamente o aluno no processo de sua aprendizagem, gerando questões que precisam ser resolvidas por meio da coleta, análise e interpretação de dados, passando por todas as etapas das pesquisas desenvolvidas nas universidades e centros de pesquisa (SCARPA; CAMPOS, 2018). É importante lembrar que cada uma destas etapas deve ser mediada e supervisionada pelo professor, com o intuito de instigar a reflexão das evidências e o processo de investigação.

Dessa forma, o projeto foi desenvolvido seguindo as etapas do ensino por investigação (PEDASTE et al., 2015), considerando as dificuldades apresentadas por toda a proposta do ensino dos conteúdos de Bioquímica e SNC.

4.2. Aspectos Éticos

O projeto foi submetido e aprovado à Plataforma Brasil, CAAE: 52992621.0.0000.5149 e número do parecer 5.180.349 (Apêndices 1, 2 e 5). Ainda há a intenção de aplicar a sequência. As informações serão resguardadas, sendo que as informações do pesquisador estarão disponíveis nos termos assinados previamente, conforme estabelecido pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

4.3. Sequência didática

Inicialmente, a proposta apresenta uma situação problema para os alunos. Esta situação será iniciada com um simples questionamento: “Do que os seres vivos são feitos?” (questionar). A partir desse ponto, as discussões sobre os níveis de organização dos seres vivos serão levantadas e os conceitos (orientar) acerca desse fato citados de forma pertinente com as situações do questionamento, adequando as abordagens na construção dos métodos. A partir deste ponto, quatro práticas investigativas (I a IV) foram apresentadas, como descrito abaixo.

Na Prática Investigativa I, para explorar as estruturas dos seres vivos, os alunos realizarão práticas sobre a interrelação do submicro e do micro ao macro, com o intuito de identificar as estruturas dos organismos (conceitualização). Para isso, deverá ser utilizado o

microscópio caseiro, construído a partir de lentes de *driver* de dvd ou *laser*, sempre reutilizando material tecnológico (investigar).

Nesta prática, os estudantes devem montar um microscópio caseiro com materiais de baixo custo. A utilização de microscópios produzidos pelos próprios alunos favorece a aprendizagem significativa, pois o aluno precisa utilizar os seus conhecimentos prévios a fim de manusear os materiais e compreender o seu funcionamento. Para Silva e Roque (2020), o aprimoramento de microscópios caseiros permitiu que os discentes conseguissem se envolver e compreender os processos acerca dos conceitos abordados na aula. Resultados desta prática podem demonstrar a capacidade de estabelecer as interrelações entre as escalas microscópica e macroscópica (SILVA, ROQUE, 2020).

O microscópio caseiro não possui alta resolução como no microscópio de luz, mas a sua utilização permite demonstrar as estruturas celulares de uma cebola, ou de *Elodea sp*, muito utilizadas na educação básica, reforçando a viabilidade em localidades que não possuam recurso para a aquisição de material de laboratório. Materiais de baixo custo e de fácil acesso promovem a valorização dos saberes, pois mesmo que haja uma distorção nas imagens, os estudantes conseguem perceber as estruturas e analisar detalhes (SOGA et al, 2017).

Os *links* do canal do Manual do Mundo foram o ponto de partida e uma referência importante para a elaboração do microscópio caseiro, considerando algumas adaptações (Microscópio caseiro com celular: <https://www.youtube.com/watch?v=HwHJhti5fLs&t=47s>; Microscópio caseiro com webcam: <https://www.youtube.com/watch?v=WufR6iwfQxY>).

Para a Prática Investigativa II, foram propostas a construção de modelos ou a comparação de estruturas que se assemelhariam às escalas representadas pelas biomoléculas. Nesta etapa, os alunos realizarão o processo de associação de estruturas biomoleculares com objetos ou seres vivos – executando a etapa mais importante do projeto, a respeito da interrelação do submicro e do micro ao macro.

Nesta etapa da sequência, os alunos devem utilizar os resultados da prática anterior para comparar escalas biológicas. Terminada a prática anterior, os alunos serão instruídos a produzir modelos que consigam relacionar as escalas de objetos, contextualizando-os às estruturas celulares. Caso não seja possível a construção de modelos, a prática de comparar os objetos a partir de fotografias pode ser utilizada. Os alunos deverão tirar fotos de objetos com suas dimensões reais e comparar com outros objetos, relacionando-as às dimensões celulares.

Talanquer (2011) evidencia a importância de os estudantes compreenderem os diferentes níveis dimensionais relacionando-os à matéria e, ao conseguir estabelecer as conexões, os estudantes compreenderiam com mais efetividade os fenômenos que os cercam

(TALANQUER, 2010).

Ao compreender as dimensões das estruturas, os alunos conseguem organizar os conceitos, baseando-se na estruturação da matéria, da célula ou até mesmo de um organismo multicelular. O agrupamento reúne situações prévias dos estudantes, mas também envolve o pensamento crítico ao questionar se a sequência das estruturas está de acordo com o observado.

Em seguida, a discussão I abordará os conceitos bioquímicos que envolvem as moléculas dos seres vivos e a estrutura do SNC na formação e transmissão das informações (questionar). Discutir os dados obtidos das etapas anteriores permite aos discentes articular os conceitos com os processos observados (GOMES; MESSEDER, 2015), colaborando para a aprendizagem significativa e ampliando os conhecimentos dos conceitos bioquímicos. Portanto, nesta etapa, o professor deverá mediar as discussões acerca dos resultados e dados obtidos pelos estudantes, enfatizando as relações entre as dimensões submicroscópicas, microscópicas e macroscópicas. Para facilitar as discussões, o professor poderá montar um material de slides, ou apenas figuras que consigam instigar os alunos a expor seus resultados e quais as conclusões obtidas a partir dos experimentos.

No passo seguinte, a Pesquisa I trará as estruturas do SNC e os conceitos de Bioquímica (exploração), além da apresentação dos dados obtidos com a pesquisa bibliográfica. Para continuar a compreensão dos conceitos, o professor solicitará aos alunos que façam uma pesquisa acerca das estruturas que compõe o sistema nervoso e os conceitos de Bioquímica relacionados. Será importante observar se os estudantes trarão dúvidas relacionadas aos caminhos de relação entre o sistema nervoso e as estruturas bioquímicas. Neste sentido, as discussões serão importantes para o andamento das próximas etapas.

Passando para a Prática investigativa III, será produzido um bolo, com o propósito de relacionar os conceitos de Bioquímica abordados na etapa anterior aos ingredientes utilizados em sua produção. Deverá ser feita a análise de cada ingrediente em relação às principais biomoléculas (proteínas, lipídios, carboidratos) que formam os seres vivos, assim como deve-se tentar explicar o papel de cada componente na estruturação do produto (conceitualizar). Essa etapa terá como foco a relação das biomoléculas com os ingredientes utilizados na produção do alimento. Os alunos deverão seguir uma receita, disponibilizada pelo professor ou escolhida pelos estudantes. Ao realizar a produção, os alunos deverão observar as reações físico-químicas no processo e identificar as espécies químicas e biomoléculas envolvidas. Este passo a passo permite aos alunos desenvolver reflexões e analogias a respeito do papel de cada biomolécula na construção dos processos que envolvem os seres vivos (SILVA et al, 2018), proporcionando atividades de caráter investigativo e ampliando os conceitos de bioquímica e,

ainda, enfatizando a importância de uma alimentação balanceada.

Seguindo para a Discussão II, os dados da Prática Investigativa I deverão ser interpretados, relacionando as biomoléculas com a nutrição dos seres vivos e a formação dos neurotransmissores e dos tecidos do SNC (investigar). Dando continuidade às discussões, esta etapa permite organizar as práticas I, II e III junto aos dados obtidos na pesquisa I, sedimentando o conhecimento para as etapas posteriores. De acordo com Silveira e da Rocha (2018), a Bioquímica é um tópico que permite integrar assuntos de outras áreas, o que a torna essencial na condução da compreensão das biomoléculas. Desta forma, a Discussão II procura interconectar os tópicos de biomoléculas com os neurotransmissores e formação dos tecidos do SNC.

Em seguida, a Prática investigativa IV contextualizará e explorará as discussões das etapas anteriores, por meio da prática do telefone sem fio e com o intuito de promover reflexões acerca dos problemas causados pela ineficiência ou carência de biomoléculas que formam o SNC (experimental). Na prática do telefone sem fio, os alunos serão organizados de tal forma que a comunicação entre eles não tenha interferências. Deverão ser colocados em fila indiana e o professor mediador irá dizer uma frase para o último aluno. Em ordem, os alunos deverão repetir as palavras para os próximos alunos, para que a mensagem chegue até o primeiro aluno da fila. Ao realizar a atividade, provavelmente, haverá desvios da mensagem inicial que podem alterar o sentido da frase, ou torná-la totalmente diferente do proposto. Assim, as discussões acerca dos neurotransmissores deverão ser tratadas pelos alunos, sempre recapitulando as etapas anteriores e os conceitos-chave.

Finalmente, a Discussão III trará os distúrbios causados por alterações em neurotransmissões e, conseqüentemente, as doenças do SNC, principalmente a doença de Parkinson e Epilepsias (investigar). A prática do telefone sem fio terá grande importância nesta discussão. Os alunos terão que relacionar os problemas da neurotransmissão com os distúrbios ocasionados por ela. Isso intensificará a compreensão das relações do submicro e do micro ao macro, percebidas com os sintomas de pacientes que possuem doenças do SNC. Com conclusão da sequência, a discussão a partir de perguntas como “O que são as doenças do SNC e como elas se relacionam com as etapas desenvolvidas, anteriormente, com os alunos?”. A finalização da sequência didática se dará com respostas à pergunta norteadora da etapa. Neste momento, os alunos deverão ser capazes de interrelacionar as dimensões dos neurotransmissores, que compreendem funções imprescindíveis para o funcionamento do SNC, e como o entendimento a respeito das biomoléculas traz subsídios para a formação e entendimento dessas estruturas.

Para melhor visualização das etapas do processo investigativo, foi construído o **Quadro 1**, descrevendo o passo a passo de aplicação do projeto e o tempo necessário para cada etapa.

Quadro 1: Etapas da sequência didática

	ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	TEMPO (aula de 50 minutos)
1	Apresentação da situação problema	1
2	Prática investigativa I: Interrelação submicro/micro ao macro	Assíncrona
3	Prática Investigativa II: Relacionar escalas	1
4	Discussão I: Bioquímica e SNC	1
5	Pesquisa I: SNC e Bioquímica (apresentação de dados)	1
6	Prática investigativa III: Produzir um bolo e identificar as funções dos ingredientes	Assíncrona
7	Discussão II: relação Bioquímica dos alimentos e dos tecidos do SNC	1
8	Prática investigativa IV: Telefone sem fio e os problemas na neurotransmissão	1
9	Discussão III: Distúrbios da neurotransmissão – doenças do SNC	1
10	Conclusão: O que são as doenças do SNC e como ocorre o processo neurobioquímico da transmissão da informação	1

As atividades da sequência didática têm a previsão de oito aulas de 50 minutos e duas atividades assíncronas, que são necessárias para a continuidade da sequência.

4.4. Livro Digital

Para conseguir interagir com o público-alvo, produzimos o livro "Beagá das dimensões" (Apêndice 7), com previsão para disponibilização em arquivo digital no formato PDF para *download* gratuito. O objetivo é promover, por meio da literatura, a educação em Ciências a partir da construção de conhecimentos acerca da Bioquímica no cenário público de Belo Horizonte e, portanto, conjugar educação em Ciência e a identificação com os espaços do município e região metropolitana.

O livro tornou-se o principal produto do presente trabalho de conclusão de mestrado (TCM) e sua ideia surgiu a partir do desenvolvimento da sequência didática acima descrita. A obra narra a história de uma professora de Biologia que instiga os seus alunos a se interessarem

por Ciência, proporcionando a eles diferentes experiências que permitem a compreensão das escalas bioquímicas com um ambicioso objetivo: compreender, entre outros assuntos da Biologia, as doenças que afetam o funcionamento do cérebro.

À medida que caminham pela cidade, as personagens – e com eles, o leitor – são levadas a refletir como a história dos espaços em que vivemos dialoga com a memória, factual e afetiva, em um diálogo que constrói histórias e identidades. Isso é confrontado com a perspectiva da perda de memória ocasionada pela doença de Alzheimer e que acomete predominantemente idosos – elos humanos com o passado coletivo e individual.

Além do livro digital em PDF, produziu-se um manual complementar (Apêndice 8), ao final do livro, com descrições simples e de fácil entendimento dos roteiros de práticas utilizados no decorrer do estudo da Bioquímica da narrativa, mostrando a aplicabilidade da sequência didática no cotidiano. Deste modo, discentes, docentes e todos os interessados poderão acessar o documento eletrônico com as informações necessárias para consolidar o aprendizado.

A proposta é fundamental para a motivação dos nossos alunos neste retorno às aulas presenciais e, por meio das novas metodologias ativas, para a melhoria da qualidade e rendimento das aulas, mesmo com desafios relacionados à não consolidação de habilidades anteriores.

4.5. Manual de Práticas

Segundo Gomes e Messeder (2015), o ensino de Bioquímica de maneira superficial nas escolas de educação básica dificulta a compreensão dos conceitos e, ainda, fragmenta o ensino, impedindo a contextualização. A principal alternativa seria a adequação das ferramentas didáticas, reestabelecendo a qualidade do ensino.

Neste sentido, anexo ao livro digital gratuito, um manual de práticas foi elaborado com o intuito de ampliar as discussões dos conceitos abordados, com linguagem acessível e factível, no enredo. Desta forma, os leitores serão capazes de experimentar as atividades descritas no livro, assim como as personagens, e se aproximar dos fenômenos narrados. O manual extrapola a visão literária e contribui para a apropriação dos ambientes onde os estudantes estão inseridos, utilizando os diversos conhecimentos bioquímicos absorvidos para tornar evidentes as situações do cotidiano. Para Gomes e Messeder (2015), recursos educacionais alternativos e que possuem uma abordagem interdisciplinar podem auxiliar os alunos na obtenção de uma visão ampla e receptiva do entorno.

5. Resultados e Discussões

No final de 2019, foram reportados casos de incidência de COVID-19 em Wuhan, província da China (ANDERSEN et al, 2020). E em março de 2020 no Brasil, iniciaram-se as medidas de isolamento e distanciamento social refletindo na paralisação de diversas atividades, dentre elas as escolares (ALVES, 2020).

As medidas adotadas com o intuito de retardar a contaminação pelo vírus SARS-CoV-2 afetaram o convívio social de uma forma abrupta. Para minimizar os impactos causados pelas medidas profiláticas, a educação brasileira teve que se adaptar às demandas e promover diferentes estratégias de ensino (ALVES, 2020). Diversas tecnologias foram e estão sendo utilizadas para reduzir as distâncias ocasionadas pelo distanciamento social e demais medidas para evitar a contaminação. Diante de todo esse contexto, o atual projeto - **Caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio** foi adaptado para atender aos objetivos descritos anteriormente.

5.1. Análise crítica da sequência didática

Para a composição dos produtos do projeto, uma análise crítica da sequência didática foi feita, a fim de estabelecer discussões dos resultados baseando-se nas experiências profissionais pregressas da pesquisadora em sala de aula e revisão de literatura. Estes relatos não desconsideram a conclusão dos procedimentos relativos às questões éticas necessários à realização do projeto. Não serão descritos dados ou informações de alunos, e sim uma crítica das práticas que compõem a sequência didática.

Prática investigativa I: para evidenciar as estruturas dos seres vivos, os alunos realizarão práticas investigativas sobre a interrelação do submicro e do micro ao macro, com o intuito de identificar as estruturas dos seres vivos (conceitualização). Para isso, será utilizado o microscópio caseiro, construído com lentes de *driver* de dvd ou *laser*, sempre com reciclagem de material tecnológico (investigar).

As práticas investigativas promovem a compreensão estrutural a partir da reflexão das etapas do método científico (MESSEDER; OLIVEIRA, 2017). A manipulação das ferramentas de observação permite a ampliação do entendimento do material observado, neste caso, ao nível microscópico. O microscópio caseiro aproxima a realidade do aluno à compreensão e à visualização dos fenômenos que cercam a organização dos seres vivos, além

de motivá-los em relação à experimentação (SOGA et al, 2017; SILVA; ROQUE, 2020). O uso de instrumentos, como o microscópio, facilita a compreensão dos fenômenos que cercam as estruturas biomoleculares, pois a capacidade de ampliação dos níveis de organização contribui para a precisão de detalhes (SILVA; ROQUE, 2020). Neste sentido, a falta de microscópios, que não são encontrados facilmente em escolas de educação básica em função do alto custo de investimento, dificulta discussões relacionadas à escala microscópica junto aos alunos (SILVA; ROQUE, 2020). Podemos concluir que a construção do microscópio caseiro, como estrutura didática, estimula o ensino de Ciências nas escolas brasileiras e contribui para o entendimento das escalas relacionadas à Biologia. Os desafios da etapa relacionam-se ao fato de muitos alunos ainda não possuírem, de forma sólida, a percepção das diferentes escalas (submicro, micro e macro) e a relação dessas diferenças com as estruturas biológicas que os cercam – desde moléculas até organismos. Portanto, questionamentos como “é possível enxergar moléculas, vírus ou bactérias utilizando nosso microscópio?” são esperados. A prática investigativa II será capaz de estender a discussão e sedimentar os conceitos.

Prática investigativa II: Construção de modelos ou comparação de estruturas que se assemelham às escalas das biomoléculas. Nesta etapa, os alunos realizarão o processo de associação de estruturas biomoleculares aos objetos ou seres vivos – realizando a etapa mais importante do projeto, a respeito da interrelação entre o submicro e o micro ao macro.

O uso de modelos permite a percepção das lógicas estruturais entre os conceitos e as propriedades da matéria (MELO; SILVA, 2019). Como as escalas apresentam níveis hierárquicos de organização por tamanho, a utilização de recursos modulares amplia a compreensão a respeito das estruturas das espécies químicas e da transição entre os níveis, partindo do submicroscópio e do microscópico e chegando ao representacional. Práticas com celulares, em que é solicitado aos alunos, individualmente ou em grupo, que alinhem objetos dos seu cotidiano e façam registros fotográficos que possibilitem a comparação por tamanhos são estratégias válidas para esta etapa. Espera-se que os alunos disponham, lado a lado e em mesma fotografia, estruturas como caminhões ou carros da comunidade em que vivem, bolas de futebol e bolas de gude, ou estruturas de tamanho equivalente e que estiverem disponíveis, associando-as a comparações com grãos de areia, células e moléculas, por exemplo. São esperadas distorções escalares, não se tratando de problemas ou limitações – isso fomenta a discussão. A discussão posterior será feita a partir de escalas padronizadas e referências confiáveis, comparando-as aos registros fotográficos dos alunos.

Prática investigativa III: produzir um bolo, com o propósito de relacionar os conceitos de Bioquímica abordados na etapa anterior com os ingredientes utilizados na produção do bolo. Analisar cada ingrediente em relação às biomoléculas (proteínas, lipídios, carboidratos) que formam os seres vivos e tentar explicar o papel de cada substância na estruturação do alimento (conceitualizar).

O aprendizado relaciona-se com as práticas anteriores – relações escalares entre os elementos de trabalho e macronutrientes –, assim como com as sensações e percepções desenvolvidas com as ferramentas didáticas. Desta forma, a estimulação dos sentidos é imprescindível para o ensino de ciências. Os alunos conseguem aprender de forma concreta quando a observação das estruturas é possível por diferentes ângulos, cores e texturas (OLIVEIRA, 2011). A plasticidade cerebral é ampliada com as interpretações que o nosso sistema nervoso faz a partir das modificações percebidas no meio, permitindo a formação da memória a partir do processamento das habilidades sensoriais (OLIVEIRA, 2011). Para compreender a necessidade da aquisição de macronutrientes na dieta, o metabolismo energético e a formação e fisiologia de tecidos, como o nervoso, os estudantes precisam ser capazes de relacionar a alimentação às estruturas biomoleculares. Assim, a prática investigativa do bolo permite a formação de conexões entre o nível submicroscópico e as propriedades físicas, químicas e físico-químicas dos compostos que constituem os alimentos e os seres vivos (BANDEIRA et al, 2020; BRANDÃO et al, 2019; CARNEIRO et al, 2015; CUNHA, 2017; OLIVEIRA, 2011). Historicamente e fora do contexto do presente projeto, outras receitas foram preparadas com os alunos, como pudins, ou seja, doces altamente atraentes ao paladar da maioria dos alunos. Espera-se que eles se questionem quanto à função dos componentes submicroscópicos dos ingredientes e seus papéis nas características do produto – cor, textura, estrutura, odor, sabor. Gorduras, açúcares e proteínas provenientes de ovos, leite e outros ingredientes são importantes nessa estruturação? A interação entre as biomoléculas e as consequentes reações químicas que acontecem ao nível submicroscópico resultam em efeitos macroscópicos (ex: crescimento de um bolo, caramelização de calda do pudim)? Os alunos sabem que estes nutrientes fazem parte da composição dos ingredientes ou sabem do papel que eles têm na nutrição e formação dos tecidos? Qual a relação entre alimentação, metabolismo energético, estruturas dos seres vivos e os processos de neurotransmissão? Se eu não ingerir alimentos que contenham biomoléculas que constituem os neurotransmissores ou que levem à formação deles, como no caso do aminoácido relacionado à biossíntese do neurotransmissor dopamina, eu terei deficiências ou desenvolverei doenças como a de Parkinson? Espera-se que as relações escalares discutidas

nas práticas I e II sejam resgatadas e mantidas ao longo de toda a presente discussão.

Prática investigativa IV: para contextualizar e explorar as discussões das etapas anteriores, realizar a prática do telefone sem fio com o intuito de promover reflexões acerca dos problemas causados pela ineficiência ou carência de biomoléculas que formam o SNC (experimental).

O método didático das práticas investigativas deve sempre ser voltado para a informação e os conhecimentos adquiridos ao longo da vida escolar dos estudantes. As técnicas utilizadas no processo de aprendizagem devem ser diversificadas e propiciar a reflexão crítica das informações obtidas pelas mídias, multimídias e hiperímias. A prática investigativa do telefone sem fio promove a contextualização por meio da experimentação, onde os alunos podem confrontar os problemas que envolvem os neurotransmissores.

Novamente, espera-se que as relações escalares discutidas nas práticas I e II sejam resgatadas e mantidas ao longo de toda a discussão. Além disso, as discussões sobre moléculas, seus papéis e reações em contextos micro e macroscópicos, como apresentados na prática III, devem se conectar à presente prática. Aqui, o elemento da comunicação entre duas pessoas por meio do telefone deve ser associado de forma análoga e escalar à comunicação celular, enfatizando o SNC. O que acontece se a mensagem não chegar até a próxima pessoa? Na analogia, entre células, o que representam os neurotransmissores? Espera-se que os alunos tragam essas associações e busquem os elementos (neurotransmissores e suas relações com o metabolismo e macronutrientes) que estruturam a comunicação entre células nervosas.

5.2. Livro digital

O livro digital foi desenvolvido com a colaboração de outros pesquisadores e estudantes da graduação da UFMG, além de estar inserido no projeto de extensão: “Dimensões” (Siex 404313 – Apêndice 3). Todos os colaboradores fazem parte da construção deste projeto, que irá funcionar como um mediador do conhecimento da Bioquímica e do letramento científico junto à população. Ressaltando a importância do projeto para o letramento científico e para o contexto cultural como um todo, a proposta de elaboração do livro foi submetida a um edital da Secretária Municipal de Cultura da prefeitura de Belo Horizonte - EDITAL LMIC 2021, sendo aprovada e classificada na nonagésima primeira posição (Apêndice 4). Não fomos contemplados com a verba referente à elaboração, produção e divulgação do livro. No entanto, esse resultado valida a solidez e relevância da proposta para os contextos cultural e científico, uma vez que

concorremos em equidade com projetos e grupos já consolidados na cena cultural belo-horizontina.

Ao utilizar linguagem acessível aos estudantes, durante as abordagens educacionais, as ferramentas facilitam a interpretação dos fenômenos bioquímicos (ROSADO et al, 2018) e, essa é a principal característica do livro “Beagá das dimensões”. Ao contextualizar os assuntos, os métodos de aprendizagem se tornam dinâmicos e mais próximos da realidade dos estudantes. Eles acabam se sentindo parte do processo de aprendizagem e se envolvem de forma ativa, motivando-os a adquirir novos conceitos (HENRIQUES et al, 2016; ROSADO et al, 2018; GOMES; MESSEDER, 2015).

Utilizando um enredo que atrai a atenção dos discentes, estimula-se também o enriquecimento do vocabulário e o aluno tende a se mostrar mais participativo e comprometido ao seu processo de aprendizagem (ROSADO et al, 2018), alavancando a aplicação do ensino por investigação e a aprendizagem significativa.

Além da importância da educação básica para o desenvolvimento social, econômico e tecnológico do país, trazer o contexto Bioquímico para o meio cultural aumenta o interesse pelo assunto, consequentemente colaborando para a formação de cidadãos, despertando o interesse dos estudantes pelo método científico, pelas práticas investigativas e pelos conhecimentos bioquímicos. O livro, portanto, é extensivo à toda população, uma vez que aborda assuntos que afetam diretamente a coletividade.

Como anexo do livro digital, o manual de práticas estabelece relações com a educação básica e, permite aos docentes, uma ferramenta educacional complementar para ampliar os estudos relacionados as relações escalares do mundo bioquímico. As práticas descritas no manual abordam conceitos importantes na construção do conhecimento científico e apresentam aos estudantes a importância do processo de aprendizagem por descoberta, tendo o estudante como o protagonista no desenvolvimento das habilidades e no desenvolvendo de conhecimentos convenientes com o seu cotidiano.

Os elementos descritos acima e referentes à elaboração do livro eletrônico demonstram as sólidas e importantes interrelações já estabelecidas por este projeto entre 1) o Profbio; 2) graduação, pesquisa e ensino na UFMG; 3) cena cultural extramuros à universidade; e 4) ensino de Bioquímica em nível nacional.

6. Considerações finais

A análise crítica da sequência didática demonstrou a sua relevância no ensino de

bioquímica e na compreensão das dimensões escalares. Mesmo tendo diversas dificuldades na nossa trajetória como professores da educação básica, devemos promover atividades que estimulem a curiosidade dos nossos alunos, pois é a dúvida que garante a continuidade pela busca de respostas.

Espera-se que o material possa ser utilizado por professores da educação básica, com o intuito de extrapolar as barreiras do ensino dogmático e se tornar dinâmico. Desta forma, a universidade será um local comum a todos, impactando a vida social dos nossos alunos do ensino médio e fundamental.

A produção do livro digital já se fez relevante na multiplicação do efeito transformador da educação e, propiciou o desenvolvimento de um trabalho colaborativo com esforços sem precedentes. A edição aqui apresentada do livro em PDF é a primeira versão de um texto que possui caráter dinâmico. Ou seja, espera-se que, a partir das experiências junto aos professores e alunos, a própria narrativa e sua estrutura possam passar por aprimoramentos em edições posteriores.

Desta forma, trabalhar com a interrelação submicroscópica, microscópica e macroscópica permitiu ao pesquisador ampliar os seus métodos de didática e metodologia de ensino, o que torna a sequência, o livro didático e o manual de práticas, produtos relevantes para a aprendizagem significativa, o protagonismo estudantil e a formação de seres pensantes e críticos.

7. Referências Bibliográficas

ALVES, A. F.; FELIPE, C. F. B.; MACHADO, L. S. **Investigação de Novas Estratégias para o Ensino de Bioquímica Estrutural por meio de Realidade Aumentada**. Anais do IV Congresso sobre Tecnologias na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, dez, 2019. p. 11- 19.

ALVES, L. EDUCAÇÃO REMOTA: ENTRE A ILUSÃO E A REALIDADE. **Interfaces Científicas - Educação**, v. 8, n. 3, p. 348-365, 4 jun. 2020.

ANDERSEN, K. G.; RAMBAUT, A.; LIPKIN, W. I.; HOLMES, E. C.; GARRY, R. F. **The proximal origin of SARS-CoV-2**. *Nature Medicine*. v 26, p. 450–455, 2020.

ANDRE, W. D. S.; COUTO, J. de A.; SÁ, R. G. B.; LEÃO, A. M. dos A. C; ARAÚJO, R. V.

de S.; AQUINO 2, R. S. de. **Construção de Sequências Didáticas na Formação Inicial de Professores: Ensinando Bioquímica na Perspectiva do Paradigma Emergente.** In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2017.

BALDISSÍN, M. **Aprendizado e percepções humanas segundo a antroposofia e as neurociências.** Arte Médica Ampliada Vol. 34, Nº. 1, P. 14-16, 2014.

BANDEIRA, V. S.; OSÓRIO, T da R.; MARTINS, M. M. **Experimentação no ensino: a química do bolo.** In: I Simpósio Sulamericano de pesquisa em ensino de ciências. Rio Grande do Sul, 2020.

BARTOSZECK, A. B. Neurociência na educação. **Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita**, v. 1, p. 1-6, 2006.

BRANDÃO, R. N.; SILVA, R. L. C.; FERREIRA, A. C. R.; FARIA, W. C. S. **Ensinando química e bioquímica de alimentos através de revistas em quadrinhos.** Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais. Vol. 4, n. 2, P. 01-12, 2020.

BICALHO, L. M., OLIVEIRA, M. **Aspectos conceituais da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade.** Encontros Bibli: Revista eletrônica De Biblioteconomia E Ciência Da informação. Vol. 16, n. 32, P. 1-26, 2011.

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 18, p. 123-146, 2016.

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C.. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018.

BUTNARIU, M.; PETRESCU, I.; IOAN, S. (2018). Interdisciplinary Character of Biochemistry. **Jacob Journal of Biochemistry**, v. 3, n.1, p. 1–5, 2018.

CARNEIRO, G. S., PIRES, C. R. F.; PEREIRA, A. S.; CUNHA, N. T.; SILVA, C. A. da. **Caracterização físico-química de bolos com substituição parcial da farinha de trigo por aveia, quinoa e linhaça.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Vol.11, n. 21, P. 2015-3348, 2015.

CUNHA, S. E. da. **As sensações e os sentidos no ensinoaprendizagem da química orgânica.** Graduação. Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA. Arquemi, 2017.

FAZENDA, I (org.). **Práticas interdisciplinares na escola** – 12 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GIFFONI, J. de S.; BARROSO, M. C. da S.; SAMPAIO, C. de G. Aprendizagem significativa no ensino de Química: uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento** , v. 9, n. 6, p1-14, 2020.

GOMES, L. M. J. B.; MESSEDER, J. C. Revista Digital como Recurso Tecnológico para o Ensino de Bioquímica na Educação Básica. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, p. 950-961, 2015.

HENRIQUES, L. R., KONIG, I. F. M., DIAS, B. K. M., BAGNO, F. F., SANTOS, R. C. V., LEITE, J. P. V. **Bioquímica nas escolas: uma estratégia educacional para o estudo de Ciência no Ensino Médio.** Revista ELO - Diálogos em Extensão Vol. 05, N°. 03, P. 6-17, 2016.

JOHNSTONE, A. H. You Can't Get There from Here. **Journal of Chemical Education**. V. 87, n. 1, p. 22-29, 2010.

MACHADO, S. M. de, Ricardo, J., Sugai, J. K., Santos, M., Bonorino, R., & Antônio, R. V. **Bioquímica através da animação.** Revista Eletrônica de Extensão, UFSC. Santa Catarina, 1, 1–10, 2010.

MAIA, A. F. **Biomoléculas e citologia: análise de conceitos bioquímicos aplicados no Ensino Médio.** Graduação. Universidade Federal do Pampa. Pampa, 2019.

MELO, M.S. DE; SILVA, R.R.DA. **Os três níveis do conhecimento químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional.** Revista Exitus. Vol. 9, n° 5, p. 301-330, 2019.

MESSEDER, J. C.; OLIVEIRA, D. A. dos S. **Ensino de Química no Ensino Fundamental: relatos de práticas investigativas nos anos iniciais.** Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ. Vol. 1, n. 2, P. 121-134,2017.

OLIVEIRA, G. G. de. **Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Mestrado em Educação, Universidade de Uberaba. Uberaba, p. 147. 2011.

PEDASTE, M.; MAEOTS, M.; SIIMAN, L.A.; JONG, T. de; RIESEN, S. A.V.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TOURLIDAKI, E. **Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle.** Educational Research Review, v.14, p.47-61, 2015.

ROSADO, V. D. F.; FECHER, C.; FOLMER, V. **Olhar reflexivo na prática de ensino em química/bioquímica.** Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 10, n 1, 2018.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Ensino por CTSA: almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental, 2007. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p487.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino por CTSA: almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental**, 2007. Disponível em: . Acesso em: 07 jun. 2014.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação.**

Revista Estudos Avançados. v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SILVA, R. G. S., ROQUE, F. **Aprimoramentos em um microscópio caseiro e sua eficácia para ensinar citologia básica.** *Holos*, Vol. 36, n. 4, 1-12, 2020.

SILVA, S. M. da; SANTOS, N. F.; COELHO, R. T. R.; SILVA, A. A. da; PEREIRA, D. B. da S.; GOMES, A. D. T. **Explorando o tema ‘Alimentação’ para o ensino de bioquímica.** *Revista Debates em Ensino de Química*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 148–179, 2018. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1350>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SILVEIRA, J. T.; DA ROCHA, J. B. T. **Avaliação da qualidade de ensino de Bioquímica em cursos de Nutrição.** *Revista de Ensino de Bioquímica*, v. 16, n. 1, p. 26-39, 2018.

SOGA, D.; PAIVA, R. D. J.; UENO-GUIMARÃES, M. H.; MURAMATSU, M. **Um microscópio caseiro simplificado.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Vol. 39, n. 4, P.4501-4506, 2017.

SOLNER, T. B.; FERNANDES, L. da S.; FANTINEL, L. **O ensino de bioquímica: uma investigação com professores da rede pública e privada de ensino.** *Revista Thema*. Vol. 17, n. 4, P. 899-911, 2020.

SOUZA, M. M.; ARCE, J. P. S.; VARGAS, L. DA S. DE; CARPES, P. B. M. **Importância da popularização da neurociência.** *Revista Em Extensão*, v. 16, nº 2, p. 227-241, 28 fev. 2017.

TABOSA, C. E. S.; PEREZ, S. Análise de sequências didáticas com abordagem de Ensino por Investigação produzidas por estudantes de licenciatura em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1539-1560, 2021.

TALANQUER, V. **Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”.** *International Journal of Science Education*. Vol. 33, n. 2, P. 179–195, 2010.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa.** *Revista Conceitos*. N. 55, P. 55-60, 2004.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem.**

Revista brasileira de informática na educação. Vol. 18, n. 2, P. 04-15, 2010.

TSAPARLIS, G. Linking the Macro with the Submicro Levels of Chemistry: Demonstrations and Experiments that can Contribute to Active/Meaningful/Conceptual Learning. Learning with Understanding in the Chemistry Classroom. Dordrecht, Holanda: Springer, 2014.

WOOD, E. J. Biochemistry and molecular biology teaching over the past 50 year. Macmillian Magazines LTDA, Vol. 2, Nº. 2, P. 217-221, 2001.

WOOD, E. J. Biochemistry is a Difficult Subject for Both Student and Teacher. Biochemical Education, Vol. 18, Nº. 4, P. 170-172, 1990.

YE, L.; LEWIS, S. E. Looking for links: examining student responses in creative exercises for evidence of linking chemistry concepts. The Royal Society of Chemistry, 2014.

8. Apêndices

a. Apêndice 1: TALE – Termo de Assentimento Livre e esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

(Em atendimento à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “**Caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio: um aperfeiçoamento dos conhecimentos e das práticas relacionadas ao sistema nervoso**”, projeto de responsabilidade do Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira, docente da Universidade Federal de Minas Gerais e orientador no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, no qual Ludmila Corrêa dos Reis Gonçalves, professora de Biologia, é Mestranda. Especificamente, você está sendo convidado(a) a participar do subprojeto intitulado “Conexões da Bioquímica e do Sistema Nervoso”, que será conduzido no Colégio Elizabeth Kalil, em Contagem, Minas Gerais, e é parte das exigências para a Profa. Ludmila obter o título de Mestre. Nós sabemos que os(as) estudantes têm dificuldades para entender a transição escalar das estruturas submicroscópicas/microscópicas com as macroscópicas dos seres vivos e entender como funciona todo o processo de relação da Bioquímica ao Sistema Nervoso. Logo o motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é contribuir para melhorar o ensino de bioquímica, com uma metodologia de atividade prática investigativa e científica.

Nesta pesquisa, pretendemos promover a aproximação entre os(as) educandos(as) e o conhecimento científico sobre a interrelação dos processos de neurotransmissão do sistema nervoso central (SNC) produzindo conexões da constituição dos mediadores bioquímicos que transportam as informações do nosso organismo. Para isso utilizaremos aulas teóricas e práticas baseadas em experimentos (propostos pelos próprios alunos) para demonstrar como a constituição bioquímica dos mediadores é importante no processo de conexão com o SNC. Após a finalização do trabalho será criada uma sequência didática capaz de aproximar o entendimento da Bioquímica e do Sistema Nervoso no contexto escolar e a elaboração de um artigo com intuito de produzir material complementar para auxiliar professores da educação básica e facilitar a mediação das abordagens educacionais.

Caso você concorde com em participar, vamos fazer as seguintes atividades: iniciar o estudo de Bioquímica por meio de levantamento de seus conhecimentos prévios sobre a composição química dos seres vivos; para evidenciar as estruturas dos seres vivos, os alunos realizarão práticas investigativas sobre a interrelação submicro/micro ao macro, com o intuito de identificar as estruturas dos seres vivos; elaborar um microscópio caseiro, construído com lentes de driver de dvd ou laser, sempre com reciclagem de material tecnológico, para facilitar a compreensão das transições escalares; realizar a construção de modelos ou comparação de estruturas que se assemelham com as escalas representadas pelas biomoléculas; discussão dos conceitos bioquímicos que envolvem as moléculas dos seres vivos e a estrutura do SNC na formação e transmissão das informações; pesquisar sobre as estruturas do SNC e os conceitos de Bioquímica e apresentação dos dados obtidos com a pesquisa literária; produzir um bolo, com o propósito de relacionar os conceitos de Bioquímica abordados na etapa anterior com os ingredientes utilizados na produção do bolo, assim como, analisar cada ingrediente em relação às biomoléculas (proteínas, lipídios, carboidratos) que formam os seres vivos e tentar explicar o papel de cada substância na estruturação do produto: o bolo; interpretar os dados da

prática investigativa I, relacionando as biomoléculas com a nutrição dos seres vivos, formação molecular dos neurotransmissores e dos tecidos do SNC; propor uma prática do telefone sem fio com o intuito de contextualizar

e explorar as discussões das etapas anteriores, promovendo reflexões acerca dos problemas causados pela ineficiência ou carência de biomoléculas que formam o SNC; promover a discussão dos problemas causados pelos defeitos da neurotransmissão e as doenças do SNC, principalmente Parkinson e Epilepsia; para finalizar indagar os alunos com uma pergunta provocativa “O que são as doenças do SNC e como elas se relacionam com as etapas desenvolvidas anteriormente?”, com o intuito de fazer a relação de todas as etapas para consolidar os conhecimentos acerca da Bioquímica do SNC.

A sua participação na pesquisa é voluntária e ocorrerá durante as aulas de Biologia, por meio de preenchimento de questionários, além da participação e realização da sequência didática descrita acima. Os riscos decorrentes da sua participação incluem um possível desconforto ou constrangimento ao responder o questionário, e/ou participar das rodas de conversa e, também, ter as conversas das aulas gravadas para posterior análise e divulgação dos dados observados. Porém, esclarecemos que qualquer um desses incômodos pode ser comunicado ao professor responsável para que, em comum acordo, procure a melhor medida para saná-los. Além disso, ressaltamos que a sua vontade em participar da pesquisa será respeitada, por isso, caso opte por não participar, uma atividade alternativa será indicada por seu professor, sem lhe causar qualquer prejuízo. Se depois de consentir a sua participação, você desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase do estudo, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhuma penalidade ou prejuízo. Você não terá nenhum custo para participar deste estudo e nem receberá qualquer vantagem financeira. Os riscos decorrentes de acidentes durante a prática no laboratório, serão minimizados com o acompanhamento direto do professor.

Todo o cuidado em seguir os protocolos de segurança, para controle da pandemia de COVID-19, como uso de máscaras e distanciamento mínimo entre os alunos, serão adotados

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento (TCLE). O responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Esclarecemos que os dados coletados da presente pesquisa serão armazenados junto à Universidade Federal de Minas Gerais, sob a guarda da coordenadora do projeto até que os dados sejam analisados e publicados e mantendo sempre sob sigilo a sua identidade. Sendo que os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum custo, mas também não receberá qualquer vantagem financeira, visto que o projeto só agrega valor pelo conhecimento, que será divulgado livremente. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados quaisquer danos provenientes desta pesquisa, o(a) menor e você têm assegurado o direito a indenização.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pela pesquisadora executora e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora executora por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, a pesquisadora avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade nº

_____, declaro que:

	SIM	NÃO
Concordo em participar desta pesquisa		
Concordo com o uso da minha imagem durante o projeto, sem sua identificação, e das imagens obtidas por mim para as finalidades desta pesquisa e para seus produtos		
Quero que meu nome seja identificado como autor(a) das fotos de plantas produzidas		
Fui devidamente informado(a) sobre todos os aspectos e motivação desta pesquisa, pude esclarecer minhas dúvidas e sei que, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão sobre a participação se assim o desejar		
Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido, assinado por mim e pela pesquisadora executora		

Contagem, ____ de _____ de 2021.

Assinatura do participante.

Assinatura do responsável pelo participante.

Assinatura da pesquisadora executora

Assinatura do pesquisador responsável

Pesquisadora Executora: Mestranda Ludmila Corrêa dos Reis Gonçalves

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, PROFBIO

Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901

Belo Horizonte - MG, Brasil.

Fone: (31) 3409 3084 – E-mail: ludmilareisbio@ufmg.br

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Departamento de Bioquímica e Imunologia.

Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901

Belo Horizonte - MG, Brasil.

Fone: (31) 3409 3084 – E-mail: vieirarp@icb.ufmg.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

Unidade Administrativa II, 2º Andar, Sala 2005

Telefone: (031)3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Horário de atendimento: 09 às 11 e das 14 às 16 horas

b. Apêndice 2: TCLE – Termo de Consentimento Livre e esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Em atendimento à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde)

O(a) menor _____ sob sua responsabilidade está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa **Caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio: um aperfeiçoamento dos conhecimentos e das práticas relacionadas ao sistema nervoso**, projeto de responsabilidade do Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira, docente da Universidade Federal de Minas Gerais e orientador no Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, no qual Ludmila Corrêa dos Reis Gonçalves, professora de Biologia, é Mestranda. Especificamente, o(a) menor está sendo convidado(a) a participar do subprojeto intitulado **“Conexões da Bioquímica e do Sistema Nervoso”**, que será conduzido no Colégio Elizabeth Kalil, em Contagem, Minas Gerais, e é parte das exigências para a Profa. Ludmila obter o título de Mestre.

Nós sabemos que os(as) estudantes têm dificuldades para entender a transição escalar das estruturas submicroscópicas/microscópicas com as macroscópicas dos seres vivos e entender como funciona todo o processo de relação da Bioquímica ao Sistema Nervoso. Logo o motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é contribuir para melhorar o ensino de bioquímica, com uma metodologia de atividade prática investigativa e científica. Nesta pesquisa, pretendemos promover a aproximação entre os(as) educandos(as) e o conhecimento científico sobre a interrelação dos processos de neurotransmissão do sistema nervoso central (SNC) produzindo conexões da constituição dos mediadores bioquímicos que transportam as informações do nosso organismo. Para isso utilizaremos aulas teóricas e práticas baseadas em experimentos (propostos pelos próprios alunos) para demonstrar como a constituição bioquímica dos mediadores é importante no processo de conexão com o SNC. Após a finalização do trabalho será criada uma sequência didática capaz de aproximar o entendimento da Bioquímica e do Sistema Nervoso no contexto escolar e a elaboração de um artigo com intuito de produzir material complementar para auxiliar professores da educação básica e facilitar a mediação das abordagens educacionais.

Caso você concorde com a participação do(a) menor, vamos fazer as seguintes atividades: iniciar o estudo de Bioquímica por meio de levantamento de seus conhecimentos prévios sobre a composição química dos seres vivos; para evidenciar as estruturas dos seres vivos, os alunos realizarão práticas investigativas sobre a interrelação submicro/micro ao macro, com o intuito de identificar as estruturas dos seres vivos; elaborar um microscópio caseiro, construído com lentes de driver de dvd ou laser, sempre com reciclagem de material tecnológico, para facilitar a compreensão das transições escalares; realizar a construção de modelos ou comparação de estruturas que se assemelham com as escalas representadas pelas biomoléculas; discussão dos conceitos bioquímicos que envolvem as moléculas dos seres vivos e a estrutura do SNC na formação e transmissão das informações; pesquisar sobre as estruturas do SNC e os conceitos de Bioquímica e apresentação dos dados obtidos com a pesquisa literária; produzir um bolo, com o propósito de relacionar os conceitos de Bioquímica abordados na etapa anterior com os ingredientes utilizados na produção do bolo, assim como, analisar cada ingrediente em relação às biomoléculas (proteínas, lipídios, carboidratos) que formam os seres vivos e tentar explicar o papel de cada substância na estruturação do produto: o bolo; interpretar os dados da prática investigativa I, relacionando as biomoléculas com a nutrição dos seres vivos, formação molecular dos neurotransmissores e dos tecidos do SNC; propor uma prática do telefone sem fio com o intuito de contextualizar e explorar as discussões das etapas anteriores, promovendo

reflexões acerca dos problemas causados pela ineficiência ou carência de biomoléculas que formam o SNC; promover a discussão dos problemas causados pelos defeitos da neurotransmissão e as doenças do SNC, principalmente Parkinson e Epilepsia; para finalizar indagar os alunos com uma pergunta provocativa “O que são as doenças do SNC e como elas se relacionam com as etapas desenvolvidas anteriormente?”, com o intuito de fazer a relação de todas as etapas para consolidar os conhecimentos acerca da Bioquímica do SNC.

Os riscos envolvidos na pesquisa são aqueles inerentes a qualquer atividade escolar que o(a) menor já tem desenvolvido ao longo de sua escolarização e consistem na possibilidade de constrangimento ao responder questionários, desconforto, medo, vergonha, estresse e cansaço ao responder perguntas, além do receio de haver quebra de sigilo sobre seu desempenho e prejuízo em notas recebidas na escola. Os responsáveis pela pesquisa estão atentos para minimizar esses riscos e, por isso, os(as) estudantes não receberão nenhuma nota vinculada às atividades deste projeto e terão todo o apoio da Professora de Biologia para esclarecimento de dúvidas. Todo o monitoramento do trabalho é proposto de maneira ética e será previamente discutido com os(as) alunos(as) e responsáveis, com contínua informação sobre as etapas do projeto. A pesquisa ajudará a aproximar o entendimento da Bioquímica do Sistema Nervoso no contexto escolar. A sequência didática produzida, bem como o material complementar de apoio e o artigo científico, contribuirão para que outros(as) estudantes e professores(as), de outras localidades, possam também aprender mais sobre a Bioquímica do SNC. Os riscos decorrentes de acidentes durante a prática no laboratório, serão minimizados com o acompanhamento direto do professor.

Todo o cuidado em seguir os protocolos de segurança, para controle da pandemia de COVID-19, como uso de máscaras e distanciamento mínimo entre os alunos, serão adotados.

Ao participar desta pesquisa, o(a) menor sob sua responsabilidade e você não terão nenhum custo, mas também não receberão qualquer vantagem financeira, visto que o projeto só agrega valor pelo conhecimento, que será divulgado livremente. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados quaisquer danos provenientes desta pesquisa, o(a) menor e você têm assegurado o direito a indenização.

O(a) menor terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou não da pesquisa. Você, como responsável pelo(a) menor, poderá retirar seu consentimento e interromper a participação a qualquer momento. Mesmo que você concorde agora em deixá-lo(a) participar, você pode voltar atrás e suspender a participação a qualquer momento. A participação do(a) estudante é voluntária e o fato de não participar não trará qualquer penalidade ou mudança na forma em que o(a) estudante é atendido(a); ele(a) participará de todas as atividades de ensino, parte de sua formação no segundo ano do Ensino Médio, mas seus dados não serão considerados para esta pesquisa se você não estiver de acordo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do(a) menor não será liberado sem a sua permissão explícita neste documento e o(a) menor não será identificado(a) em nenhum documento que possa comprometer-lo(a) de qualquer forma.

Em caso de você vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no documento de consentimento, têm direito a solicitar indenização, por meios legais, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pela pesquisadora executora e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora executora por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, a pesquisadora avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua

identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Rubricas: _____

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade nº _____, declaro que:

SIM NÃO

Concordo com a participação do(a) menor identificado(a) no início deste documento nesta pesquisa		
Concordo com o uso da imagem do(a) menor durante o projeto, sem sua identificação, e das imagens obtidas por pelo(a) menor para as finalidades desta pesquisa e para seus produtos		
Quero que o nome do(a) menor seja identificado como autor(a) das fotos de plantas produzidas		
Fui devidamente informado(a) sobre todos os aspectos e motivação desta pesquisa, pude esclarecer minhas dúvidas e sei que, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão sobre a participação se assim o desejar		
Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido, assinado por mim e pela pesquisadora executora		

_____, ____ de _____ de 2021. (local, data)

Assinatura do participante, pai ou responsável: _____

Assinatura da pesquisadora executora: _____

Pesquisadora Executora: Mestranda Ludmila Corrêa dos Reis Gonçalves

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, PROFBIO

Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901

Belo Horizonte - MG, Brasil.

Fone: (31) 3409 3084 – E-mail: ludmilareisbio@ufmg.br

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Departamento de Bioquímica e Imunologia.

Endereço: Av. Antônio Carlos, no 6627, Pampulha, CEP 31270-901

Belo Horizonte - MG, Brasil.

Fone: (31) 3409 3084 – E-mail: vieirarp@icb.ufmg.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

Unidade Administrativa II, 2º Andar, Sala 2005

Telefone: (031)3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Horário de atendimento: 09 às 11 e das 14 às 16 horas

c. **Apêndice 3: Declaração de aprovação do projeto de extensão “Dimensões”**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE EXTENSÃO

APROVAÇÃO DE ATIVIDADES DE EXTENSÃO PELA CÂMARA DEPARTAMENTAL OU ESTRUTURA EQUIVALENTE

A atividade de extensão intitulada “Dimensões”, coordenada pelo(a) Prof. Rafael Pinto Vieira, do Departamento de Bioquímica e Imunologia, foi aprovada pelas instâncias competentes, conforme quadro abaixo. Estas instâncias declaram-se cientes de que a equipe integrante desta atividade terá carga horária neste projeto sem prejuízo de suas outras atividades acadêmicas e funcionais, bem como comprometem-se a oferecer infraestrutura e condições necessárias para o desenvolvimento da atividade de extensão por elas aprovadas. Para o CENEX/ICB o período de vigência será de 05 (cinco) anos, a contar da data de aprovação em Congregação do ICB.

Atividade de Extensão nº SIEX: 404313

(campo preenchido pelo CENEX)

Instância de aprovação	Data
Câmara Departamental ou Estrutura Equivalente	28/07/2021
Congregação da Unidade ou Órgão Equivalente	10/09/2021

Modelo - Aprovação pelo Conselho da Extensão - 28/06/2019



Documento assinado eletronicamente por **Jader dos Santos Cruz, Chefe de departamento**, em 13/09/2021, às 10:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Augusto Rosa, Diretor(a) de centro**, em 13/09/2021, às 17:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_acesso_externo=D, informando o código verificador 0956222 e o código CRC E8403B19.

d. Apêndice 4: Classificação Edital LMIC 2021

<https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/fundacao-municipal-de-cultura/anexo-unico-ordem-de-classificacao-multilinguagens-2021.pdf>

**EDITAL LMIC 2021 – MULTILINGUAGENS – FUNDO MUNICIPAL DE CULTURA
POLÍTICA MUNICIPAL DE FOMENTO À CULTURA
ANEXO ÚNICO - ORDEM DE CLASSIFICAÇÃO DOS PROJETOS**

ARTES VISUAIS						
ORDEM DE CLASSIFICAÇÃO	NÚMERO DO PROJETO	TÍTULO DO PROJETO	TIPO DE PROPONENTE	NOME DO(A) PROPONENTE OU RAZÃO SOCIAL DA PJ	PONTUAÇÃO DO PROJETO	VALOR PRELIMINAR APROVADO
PROJETOS APROVADOS - RESULTADO PRELIMINAR						
1º	0578/2021	DIVERSOS HORIZONTES	PESSOA FÍSICA	OLGA BEATRIZ BÉRIA CAMPOS DA COSTA	96,5	R\$ 59.999,80
2º	0272/2021	AR LIVRE, MOSTRA DE FOTOGRAFIAS DE BH	PESSOA FÍSICA	JOÃO VARGAS DE OLIVEIRA PENNA	96,5	R\$ 90.000,00
3º	0292/2021	CASA DOS SONHOS	PESSOA FÍSICA	LUCIANA FIGUEIREDO DE CASTRO	96	R\$ 50.000,00

LITERATURA E LEITURA						
ORDEM DE CLASSIFICAÇÃO	NÚMERO DO PROJETO	TÍTULO DO PROJETO	TIPO DE PROPONENTE	NOME DO(A) PROPONENTE OU RAZÃO SOCIAL DA PJ	PONTUAÇÃO DO PROJETO	VALOR PRELIMINAR APROVADO
PROJETOS APROVADOS - RESULTADO PRELIMINAR						
1º	0333/2021	PRIMEIRAS LEITURAS: OUVIR, CONTAR E BRINCAR COM HISTÓRIAS NA PRIMEIRA INFÂNCIA-EDIÇÃO, PUBLICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE LIVRO.	PESSOA FÍSICA	JULIANA CARDOSO DAHER	98,5	R\$ 47.088,00
2º	0703/2021	REVISTA MARIMBONDO - EDIÇÃO INFÂNCIA	PESSOA FÍSICA	CAROLINA SOUZA MACEDO	98	R\$ 49.906,00
3º	0552/2021	JUREMA: MULHERES (RE)ESCREVEM A CIDADE	PESSOA FÍSICA	THAÍS CAMPOLINA MARTINS	96,5	R\$ 50.000,00
4º	0365/2021	O ESFÉRICO MUNDO DA TIA LOLO	PESSOA FÍSICA	SARA ABREU PINHEIRO E SILVA	96,5	R\$ 41.294,74
5º	0507/2021	FRÁGIL	PESSOA FÍSICA	EFFE GODDOY	94,1	R\$ 48.000,00
20º	0502/2021	SER HÍBRIDA, TRANSPARECER HÍBRIDA.	PESSOA FÍSICA	EFFE GODDOY	94,1	R\$ 48.000,00
PROJETOS SUPLENTE - RESULTADO PRELIMINAR						
21º	0451/2021	LIVRO VIDAS INTEIRAS	PESSOA FÍSICA	MÁRCIA MARIA DA CRUZ	94	R\$ 50.000,00
22º	0009/2021	"ESCOLHAS"	PESSOA FÍSICA	IVANA ANDRÉS RIBEIRO	94	R\$ 50.000,00
23º	0595/2021	MINAS - FESTIVAL DE AUTORAS MINEIRAS	PESSOA FÍSICA	ANA CRISTINA JARDIM DE MELO	94	R\$ 79.770,00
24º	0822/2021	LEITURA NA VARANDA: CICLOS DE CONVIVÊNCIA 60+	PESSOA FÍSICA	BIANCA MAGELA MELO SILVA	93,5	R\$ 42.670,53
90º	0350/2021	PÚBLICAS DE BELO HORIZONTE	PESSOA FÍSICA	SILVANA TEREZI NEUENSCHWANDER	81,5	R\$ 42.700,00
91º	0367/2021	BEAGÁ ATRAVÉS DAS DIMENSÕES	PESSOA FÍSICA	RAFAEL PINTO VIEIRA	81,5	R\$ 43.500,00
92º	0086/2021	MEMÓRIAS DA VILA ESTRELA	PESSOA FÍSICA	LUCAS GONÇALVES DE AZEVEDO	81	R\$ 20.000,00
93º	0250/2021	PAULÍNHO PEDRA AZUL - CIFRAS & PARTITURAS	PESSOA FÍSICA	FLÁVIA CORREA DA SILVA MELLO	81	R\$ 50.000,00

e. Apêndice 5: Parecer Consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Caminhos e relações entre o submicro e o macro no ensino médio: um aperfeiçoamento dos conhecimentos e das práticas relacionadas ao sistema nervoso

Pesquisador: Rafael Vieira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 52992621.0.0000.5149

Instituição Proponente: Departamento de Bioquímica e Imunologia da UFMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.180.349

Apresentação do Projeto:

Segundo os pesquisadores nesta pesquisa, eles pretendem promover a aproximação entre os(as) educandos(as) e o conhecimento científico sobre a inter-relação dos processos de neurotransmissão do sistema nervoso central (SNC), produzindo conexões a partir da constituição dos mediadores que transportam as informações do nosso organismo. Para isso, utilizarão aulas teóricas e práticas baseadas em experimentos (propostos pelos próprios alunos) para demonstrar como a constituição bioquímica dos mediadores é importante no processo de conexão com o SNC. Após a finalização do trabalho, será criada uma sequência didática capaz de aproximar o entendimento da Bioquímica e do Sistema Nervoso ao contexto escolar e a elaboração de um artigo com intuito de produzir material complementar para auxiliar professores da educação básica, facilitando a mediação das abordagens educacionais. Eles iniciarão o estudo de Bioquímica por meio de levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a composição química dos seres vivos; para evidenciar as estruturas dos seres vivos, os alunos realizarão práticas investigativas sobre a inter-relação submicro/micro ao macro, com o intuito de identificar as estruturas dos seres vivos; farão um microscópio caseiro, construído com lentes de driver de dvd ou laser, sempre com reciclagem de material tecnológico, para facilitar a compreensão das transições escalares; realizaremos a construção de modelos ou comparação de estruturas que se assemelham com as escalas representadas pelas biomoléculas; teremos a discussão dos conceitos

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 *ç* 2º. Andar *ç* Sala 2005 *ç* Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.180.349

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1847321.pdf	01/11/2021 09:41:49		Aceito
Parecer Anterior	AprovacaoCamara_VieiraRP.pdf	27/10/2021 18:28:37	Rafael Vieira	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto_VieiraRP.pdf	27/10/2021 18:18:49	Rafael Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/10/2021 18:17:06	Rafael Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	27/10/2021 18:16:48	Rafael Vieira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.pdf	25/10/2021 17:41:57	Rafael Vieira	Aceito
Outros	AnuenciaKalil_out2021.pdf	25/10/2021 17:40:59	Rafael Vieira	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

BELO HORIZONTE, 20 de Dezembro de 2021

Assinado por:
Críssia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 2 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

f. Apêndice 6: Declaração de participação na disciplina “Laboratório de Ensino em Bioquímica”



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA E IMUNOLOGIA**

Belo Horizonte, 13 de julho de 2022

Declaro, a quem possa interessar, que a aluna Ludmila Corrêa dos Reis Gonçalves participou da disciplina “Laboratório de Ensino em Bioquímica”. A disciplina foi ministrada nos semestres 2020/2 (diurno) e 2021/2 (noturno), tendo 30 horas em cada semestre. A aluna participou de todas as aulas e foi essencial nas discussões e atividades juntos aos alunos. Este fato é reconhecido no relatório “Boas Experiências no Ensino Remoto Emergencial (ERE)”, emitido pelo Diretório Acadêmico de Ciências Biológicas da UFMG (trecho abaixo).

Forma Boas Experiências do ERE - Resumo

Experiências que o relatório pelos alunos inspire e que haja uma troca de experiências entre docentes, mesmo de diferentes disciplinas.

Formulário do Diretório Acadêmico de Ciências Biológicas - 2021

3. O ponto forte do lab de bioquímica foi trazer um professor da educação básica para nos auxiliar nas aulas e falar um pouco sobre a realidade de sala

de aula e também de como trabalhar com documentos como BNCC e currículo referencial de Minas Gerais
Laboratório de Ensino em Bioquímica (diurno)

Atenciosamente

Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira
Departamento de Bioquímica e Imunologia
Instituto de Ciências Biológicas - UFMG
Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha, CEP 31270-901
Belo Horizonte – MG – Brasil +55 31 3409 2639
lattes.cnpq.br/2300064372165096

Chefe do Departamento de Bioquímica e Imunologia

g. Apêndice 7: Livro digital - Beagá das dimensões

Beagá das dimensões

Do Submicro ao Macro: Uma aventura escalar

Capítulo 1: Níveis de organização do mundo Bioquímico

“Ah! Como é bom chegar no Centro e levar um esbarrão!” Carol estava um pouco irônica esta manhã. Na verdade, a ironia a acompanha sempre. Uma professora de Biologia da educação básica precisa de alguns escudos para enfrentar os desafios da profissão.

Carol veio ao Centro para uma consulta com o cardiologista, que havia pedido alguns exames, denunciando colesterol alto. Até havia aproveitado para explicar aos seus alunos o que era o tal colesterol, assim como as características dos lipídios no sangue. Explicou de forma básica, da forma que aprendeu. Apesar de tentar simplificar alguns conceitos para que seus alunos do ensino médio pudessem compreender, ainda conseguia perceber, do tablado da sala de aula, o olhar perdido de alguns. Lipoproteínas submicroscópicas que circulam no sangue e podem, de acordo com sua concentração, comprometer a saúde, compunham uma ideia muito abstrata para seus estudantes de quatorze, quinze anos. Carol não estava satisfeita com essa forma de ensinar. Queria inovar, criar estratégias para que os alunos compreendessem a aplicação da Bioquímica na vida cotidiana; entender, de verdade, como moléculas que não enxergamos a olho nu interagem e se somam para constituir os seres vivos.

“Desculpa, gente! Às vezes eu perco o foco e tagarelo, tagarelo!” Era como ela se desculpava quando se perdia nesses pensamentos durante as aulas. O tempo de aula já era tão curto, havia muito conteúdo para ser ministrado sem que ela se perdesse nesses devaneios.

Carol demorou mais de dois meses para conseguir essa consulta de retorno pelo Ipsemg. O pior é que o horário da consulta era próximo ao horário de uma designação na Escola Estadual em que lecionava – ela precisava desse cargo de substituição para pagar o conserto do carro, que estragou pela terceira vez no ano, para variar. “Eu preciso comprar um carro mais novo”, pensava, enquanto fazia as contas do quanto isso custaria. Ela trabalhava em três escolas para compor sua renda, o que é mais do que comum no Brasil. Para pagar as contas, professores precisam de trabalhar em vários locais, e um carro é extremamente necessário para se deslocar.

Com o carro no conserto, Carol foi ao médico de ônibus e preferia descer no ponto final na Avenida Olegário Maciel, andando pela Rua dos Carijós até chegar à Avenida Afonso Pena. Passava por dentro do patrimônio ecológico mais antigo de BH, o Parque Municipal Américo Renné Giannetti – para todo belo-horizontino, somente Parque Municipal.

Atravessou a Avenida Amazonas e chegou à praça Sete de Setembro, ou Praça Sete. Caminhou entre os vendedores ambulantes e ouviu os característicos gritos de “Foto na hora, foto!” dos vendedores que anunciam fotos três por quatro para os que iam à Unidade de Atendimento Integrado (UAI), para fazer documentos. Carol não conseguia evitar um sorriso ao passar em frente ao local. Achava muito bem-humorado que o lugar em que tantos mineiros vão para fazer sua carteira de identidade se chamasse “Uai”. Era nisso que pensava ao ser abordada, de repente, por um rapaz que parecia ter uns 20 anos de idade.

- Moça, deixa eu engraxar seu sapato? - Ao olhar para aquele rapaz, Carol se lembrou de um aluno que morreu assassinado recentemente por conta do seu envolvimento com o tráfico de drogas. Ela parou um tempo olhando o garoto, olhou o relógio e percebeu que estava adiantada uma hora para a consulta e pensou “Por que não?!”

- Qual seu nome?”.

- Cauã. - Cauã começou a engraxar a bota de Carol com uma destreza impressionante.

- Quem te ensinou a engraxar?

- Meu pai.

- Você já terminou os estudos?

- Não, senhora, tive que começar a trabalhar cedo.

- Carol.

- O que?

- Meu nome – é Carol.

- Desculpe.

- Onde você mora? Eu sou curiosa!

- Moro no Aglomerado da Serra.

- Cauã, você parece muito com um ex-aluno meu.

- A senhora é professora?

- Sou professora, mas não sou senhora. Eu me sinto velha dessa forma.

- Desculpa... Eu gostava de estudar. Parei quando meu pai morreu, para ajudar em casa. Eu queria ser médico.

- Uai, sempre tem chance.

- Eu trabalho o dia todo. E quando chego em casa, tenho que olhar meus irmãos para minha mãe trabalhar. Não dá.

- Você sabe qual especialidade gostaria de seguir na carreira médica?

- Não sei, mas eu gosto de ler sobre o cérebro. Assim, eu acho que conseguiria entender o que causou a doença do meu pai.

- O que seu pai teve?
 - Alzheimer.
 - Quantos anos ele tinha?
 - Sessenta e sete quando morreu.
 - Nossa, muito cedo!
 - Não sei, tem diferença? Meu pai foi se esquecendo das coisas, não sabia quem éramos. Foi ficando cada vez mais fraco, deixando de ser quem ele era aos poucos.
 - Nossa, cara! Sinto muito!
 - A senh... você é professora de quê?
 - De Biologia.
 - É a matéria que eu mais gosto.
 - Volta a estudar!
 - Estou estudando, eu me matriculei no EJA. Pretendo terminar o ensino médio e fazer um cursinho gratuito que tem perto da minha casa. Aproveitar que a minha irmã já consegue ficar com os menores.
 - Quantos anos ela tem?
 - Treze.
 - Ela estuda?
 - Claro, meus irmãos todos estudam. Não quero que eles parem de estudar. Eles serão alguém, diferentes de mim.
 - Você é alguém!
 - Na maioria das vezes, não parece.
- Os dois ficaram em silêncio por alguns instantes. De repente, Carol teve um estalo.
- Cauã, você conhece bem BH?
 - Conheço sim. Eu trabalho com meu pai desde os sete anos de idade. Ele gostava de trabalhar em locais diferentes, assim conseguia engraxar uma quantidade maior de sapatos.
 - Eu tive uma ideia! Você tem telefone celular?
 - Tenho, por quê?
 - Passa o número, por favor! Você estaria disposto a ser meu guia turístico?
 - Como assim?
 - Eu gostaria que você me levasse em locais de Belo Horizonte para estudarmos Bioquímica!
 - Bioquímica???
 - É uma área da Biologia que estuda a aplicação da Química no contexto biológico. De maneira geral, é o estudo das estruturas que formam os seres vivos.

- Tá bom. – Carol viu Cauã assentir da mesma forma que já tinha visto muitos de seus alunos fazerem. Uma concordância rápida, mais por ansiedade em mudar de assunto do que por compreender o que foi dito.

- Percebi que você não compreendeu muito bem. Você disse que gostaria de compreender o que aconteceu com seu pai, não foi? E se eu te disser que o que aconteceu com ele foi por causa de alterações químicas em moléculas e em células, invisíveis a olho nu, no cérebro dele? A Bioquímica se dedica a estudar, também, esses processos. E acho que é uma ótima oportunidade para você aprender um pouquinho sobre ela. – explicou Carol, enquanto tirava da mochila uma folha de papel, que estendeu ao garoto junto com uma caneta.

- Mas como?

- Eu vou te explicar melhor depois.

Sem perguntar mais, Cauã entregou a Carol uma folha de papel com seu número de seu telefone.

- Quanto eu te devo?

- R\$ 5,00.

Carol tirou a carteira do bolso e entregou a ele uma nota de cinco reais, quando olhou para o relógio de pulso e percebeu que já estava atrasada para a sua consulta, da qual tinha se esquecido completamente.

- Olha, eu preciso muito ir agora, mas eu vou te ligar. Prometo que, quando fizer isso, explicarei melhor o que eu quis dizer – e saiu apressada. Atravessou a rua e logo sumiu atrás dos carros que passavam sem parar no Centro movimentado, deixando Cauã pensativo. “O que será que essa mulher vai fazer?”, pensou. “Ela quer me ensinar Bio... o quê? E o que eu conhecer a cidade tem a ver com isso?”. A professora, a tal Carol, parecia ser uma boa pessoa, mas aquela não era a primeira vez que alguém tentava convencê-lo de que era possível ter uma vida diferente da que levava. Ele não queria se decepcionar – de novo. Sacudiu a cabeça como quem afasta um pensamento indesejado e deu de ombros. Precisava voltar ao trabalho. Como fazia antes daquele encontro inusitado, voltou a procurar alguém que quisesse ter o sapato engraxado.

Na semana seguinte...

Uma semana depois, pouco antes das seis da manhã, Carol bebia o último gole da sua xícara de café sem açúcar, que estava começando a se acostumar, quando terminou de escrever. Ela tinha passado a noite – mais uma – em claro, digitando em seu computador, tentando organizar, em texto, a ideia que tinha atingido na manhã em que conheceu Cauã. Tinha passado os últimos dias tentando estruturar aquela ideia, o que fazia nos intervalos entre dar aulas, prepará-las ou corrigir provas. Como trabalhava o dia todo, o momento que tinha mais tempo para se dedicar

a esse projeto que tinha criado para si mesma era tarde da noite. Quando se deu conta, já eram quase seis horas da manhã, e precisava se vestir para ir para a escola.

- Por que mesmo eu estou fazendo isso? – Perguntou-se enquanto esfregava os olhos, exausta. A verdade é que o encontro com Cauã a tinha tocado de forma especial. É claro, não era o primeiro jovem daquela idade em uma situação parecida com quem havia conversado. Em seus anos de professora, ela teve vários alunos que, apesar do desejo de continuar os estudos, deixaram a escola por diferentes motivos. No entanto, naquele dia, ela se viu motivada como não se via há tempos. Conversando com Cauã, teve uma ideia mirabolante, dessas que muitos de seus colegas professores, quando ouvissem, a olhariam com desdém dizendo: “Mexe com isso não, Carol. Você já faz tanto...”. Ela mesma tinha se surpreendido com a própria empolgação. Se sua ideia funcionasse, ela conseguiria, de uma vez só, ajudar Cauã e ainda poder ensinar Ciências aos seus alunos de uma forma que – tinha certeza – eles nunca tinham visto antes.

Para conseguir realizar seu plano, Carol precisava de dinheiro. Ela esperava conseguir o financiamento para o seu projeto por meio de um edital da prefeitura, que tinha sido anunciado alguns dias antes do seu encontro com Cauã e que se encaixava perfeitamente na sua ideia. Para isso, ela precisava enviar o seu projeto, que vinha escrevendo há dias.

Além disso, ela também passara os últimos dias tentando encontrar um trabalho que pudesse facilitar os estudos de Cauã, e ainda provesse a renda necessária para ajudar no sustento da família. Estava bem difícil, a maioria exigia o Ensino Médio completo. Carol, no entanto, continuava tentando.

Com o projeto escrito, era só enviar. Conferiu pela última vez todos os documentos necessários e o texto que havia escrito com cuidado. Confirmou o envio. Agora, era só torcer e aguardar. Preferiu não dizer nada a Cauã por enquanto; não queria dar falsas esperanças ao rapaz.

Levantou-se da escrivaninha com um pouco de dificuldade, sentia dor nas costas depois de passar tanto tempo sentada. Tomou um banho rápido e preparou mais uma garrafa de café. Mais um dia começava.

- Alô!?

- Cauã! Saiu o resultado do edital, meu projeto foi aprovado, eu ganhei a verba!

- Quem é?

- Nossa, cara, desculpa! Sou eu, Carol, professora de Biologia. Pedi você para ser o meu guia turístico, lembra?

- Carol?! Lembro! – O que Carol não sabia é que Cauã estava super ansioso por essa ligação há

muito tempo.

- Você vai receber para fazer um *tour* por BH comigo e com meus alunos. Podemos nos encontrar para conversarmos melhor?

- Claro, mas eu não estou entendendo nada.

- Calma, você vai entender. Vou te explicar.

- Eu vou chamando os nomes e vocês vão entrando na van, não podemos perder tempo - Carol estava fazendo a conferência dos alunos selecionados para a participação no projeto.

- Ana Luiza!

- Presente!

- Ana Clara!

- Presente!

- Antônio!

- Presente!

- Cecília!

- Presente!

- Davi!

- Presente!

- Herick!

- Presente!

- Matheus!

- Presente!

- Miguel!

- Presente!

- Valentina!

...

- Valentina!

...

- A Valentina foi na padaria, Prof!

- Na padaria?

- É... ela disse que estava com fome!

- Ela sempre está com fome, não engorda de ruim. – Disse Davi.

- Victória!

- Presente!

- Presente, professora! – falou uma voz esbaforida, que antes de levantar os olhos da lista de nomes, Carol reconheceu como a de Valentina.
- Valentina... quase atrasamos por sua causa.
- Desculpa, Prof! Eu estava com muita fome, e fiquei com medo de demorar no trânsito e não ter nada para beliscar!
- Estão animados?
- Eu nunca fui no Centro de BH, só quando era pequeno, não me lembro! – Disse Matheus.
- Vocês trouxeram tudo o que eu pedi?
- Sim, Prof!
- Então, vamos! A nossa aventura por BH começa agora! Henrique, podemos ir! – Henrique era o motorista da van e grande amigo de Carol. Em todos os momentos ela sempre agradece por ter pessoas que a ajudam em suas “loucuras pedagógicas”.

Cauã montou um roteiro turístico de acordo com o que o professora Carol tinha orientado. Basicamente, ele havia entregado uma lista de lugares junto a um guia de Belo Horizonte, e pediu que o guia lesse. Cauã tinha o hábito de ler, e durante dois meses, ele tinha se empenhado para apresentar o melhor para a sua nova amiga, mas ele nunca tinha feito nada parecido. Ser guia turístico? E, ele sabia, aquele não seria um passeio turístico normal, já que tinha ainda a tal Bioquímica de que Carol falava tanto.

Honestamente, ele ainda não tinha entendido bem o que é que ela pretendia com aquilo tudo, mas tinha se divertido nas últimas semanas conversando com aquela pessoa meio atrapalhada e cheia de ideias. Além disso, naquele momento, o encontro na Praça Sete já tinha sido muito importante para ele e para sua família. Com as parcelas da bolsa, comprou roupas para si mesmo e para seus irmãos. Também cortou o cabelo no salão, algo que só fazia em casa – para economizar, normalmente era sua mãe que cortava seu cabelo. Ela havia sido cabeleireira durante anos na região do Aglomerado da Serra. Devido a um problema no braço, que causava muita dor, ela não conseguiu mais continuar o dia inteiro com as tesouras na mão – agora ela trabalhava como auxiliar de serviços gerais em um hotel em Venda Nova.

- Nossa!
- O que foi, Valentina?
- Nada, prof! – ela respondeu, baixando os olhos e entrando rapidamente na van. Valentina não disse, mas achou o guia lindo. Cauã estava muito nervoso para perceber.
- Olá pessoal, eu sou o Cauã e serei o guia turístico de vocês. – Disse Cauã com a voz trêmula,

tentando não deixar transparecer o seu nervosismo.

- Oi, Cauã! – responderam em coro.

- Cauã, muito obrigado por aceitar este desafio. Todos preparados? – Carol era a mais animada do grupo. Além da ansiedade pelo dia que viria, parte dessa euforia também vinha do fato de que ele ainda não acreditava que tinha conseguido tornar sua ideia realidade. A aprovação do edital, a liberação da verba, depois conseguir autorização para levar seus alunos no passeio. Todo aquele processo tinha levado algumas semanas, e já comemorava internamente por ter chegado até ali. Também, tentava dar mais atenção a essa primeira conquista para se distrair do nervosismo que sentia, no fundo. E se os alunos não gostassem? E se ele não conseguisse propor as atividades como tinha imaginado que faria? E se aquela fosse, realmente, uma ideia diferente demais?

Alheios às preocupações de Carol, os alunos estavam eufóricos. Não era com frequência que eles saíam do bairro São Caetano em Betim, ainda mais em uma excursão escolar. Carol decidiu contemplar a escola estadual da cidade de Betim, dentre as três escolas em que ela trabalha, pois era ali que estavam os alunos que ela queria que tivessem uma experiência inédita: a maioria dos alunos desta escola nunca teve a oportunidade de conhecer locais diferentes ao de seu bairro e ao entorno. Esse fato tornava superinteressante o desenvolvimento da proposta.

MACRO E TANGÍVEL

Carol veio conversando com Cauã para deixá-lo mais à vontade, tinha percebido que ele estava muito apreensivo. Perguntou por sua família, pelas suas aulas no EJA. Depois repassou o roteiro. Apesar do nervosismo, notou que ele tinha se preparado da forma como ela havia pedido. Essa percepção fez com que Carol também se sentisse um pouco mais calma. Sabia que Cauã faria bem o seu papel. Sua preocupação agora era só consigo mesma.

Na van, os alunos já faziam aquela algazarra característica, que durou até descerem no primeiro destino. O grupo pequeno fazia muito barulho, e Carol teve de chamar a atenção dos alunos para que fizessem silêncio e permitissem que Cauã, constrangido, pudesse falar.

- Ei, pessoal! Vamos deixar o Cauã falar!

Cauã olhou para Carol, procurando apoio, e ela fez um aceno positivo. Ele limpou a garganta e começou, como tinha ensaiado.

- Bom, chegamos ao primeiro destino. Vocês conhecem a região da Pampulha?

- Não.

- Melhor ainda, assim vocês conseguirão entender melhor o processo. - Disse Carol – continue,

Cauã.

- Bom, existem várias atrações turísticas nessa região, e a maior delas é a Lagoa da Pampulha, que é um dos principais pontos turísticos de Belo Horizonte¹. Aqui onde estamos é o mirante, e daqui podemos ver várias dessas atrações de que falei: ver a Capela Curial de São Francisco de Assis, o Mineirão e o Pampulha Iate Clube. São ótimos lugares para fotografar a cidade – a vista é privilegiada. E ainda há uma ótima composição de luzes durante o pôr do sol.

- Que lindo! - Disse Ana Luiza.

- Mas o que nós viemos fazer aqui, professora? - perguntou Matheus.

- Nós vamos dar início à nossa aventura escalar por BH. Nós vamos estudar Bioquímica utilizando como cenário a cidade de Belo Horizonte – começou Carol, olhando para os rostos dos alunos, que não pareciam esboçar reação alguma. – Para isso, vamos primeiro entender como essa cidade pode contribuir para os nossos estudos em Bioquímica. Vamos lá: como vocês sabem que as coisas existem?

- Eu sei porque eu consigo ver - disse Victor.

- E também tocar - disse Matheus.

- Excelente, mas as coisas existem só porque conseguimos vê-las ou tocá-las? Será que existem coisas que, apesar de não conseguirmos vê-las, existem mesmo assim?

- Tem aqueles micróbios...

- É verdade! Meu irmão estava doente porque ele estava com cisticercose. Eu não sabia o que era. Tive que procurar no *Google* pra saber.

- Conte o que você descobriu, Ana Clara.

- Bom, eu li que é uma doença que dá na cabeça, no cérebro. Meu irmão desmaiava muito. Ele dava convulsão porque o cisticercose estava no cérebro dele. E não tinha como tirar. Ele tem que tomar remédios pro resto da vida.

- Neurocisticercose é uma doença causada pela larva da *Taenia solium*. A *T. solium* é tem como hospedeiro o porco. Existem semelhanças com outra espécie de tênia, a *T. saginata*, que tem como hospedeiro intermediário o boi.

- Mas então, professora, essa tênia é um micróbio?

- São invertebrados. Eles são chamados de vermes, em geral, pela estrutura achatada do corpo. A *Taenia solium* adulta não é microscópica. Mas o cisticercose, que se origina a partir do ovo da *T. solium*, é microscópico. Falaremos disso em detalhes em uma próxima aula.

- Então não é só de ver e tocar que as coisas existem, professora? Podemos sentir?

¹ <https://prefeitura.pbh.gov.br/belotur/observatorio-do-turismo/pampulha>

- Calma, é isso que vocês irão entender. Não é porque não conseguimos enxergar ou tocar que não existe. Além disso, nossa capacidade de enxergar é muito limitada. Com ajuda de algumas ferramentas, conseguimos comprovar a existência de várias estruturas microscópicas e submicroscópicas que jamais veríamos a olho nu.

- Olho nu?

- É, sem a ajuda de um microscópio, por exemplo.

- Mas e isso de microscópico e submicroscópico? Tem diferença?

- Microscópicas são estruturas que podem ser observadas em microscópios, como os que vemos nos laboratórios. Já as submicroscópicas são menores que as microscópicas e precisam de aparelhagem mais específica. Algumas só conseguem ser comprovadas com experimentos – por enquanto.

- Nossa professora, que difícil!

- Não se desesperem, é isso que viemos fazer, entender. Então já sabemos que não é somente aquilo que vemos que existe. Existem outras formas de comprovar a existência de uma estrutura que não enxergamos, é neste ponto que vamos explorar como isso é possível.

- Neste momento, vocês conseguem enxergar alguns pontos que o Cauã mostrou sem precisar de aparelhos ou de equipamentos. Neste caso, conseguimos compreender que esses monumentos e espaços arquitetônicos apresentam uma característica macroscópica.

- Porque eu consigo enxergar do tamanho real - disse Cecília.

- Será, Cecília? Você está realmente enxergando o Mineirão do tamanho real? O que lhe faz pensar dessa forma?

- Ah, prof! Eu consigo visualizar vários pontos do lugar. Mas pensando bem, parece que ele é pequeno! O Mineirão é pequeno?

- Cauã, você sabe algo sobre o Mineirão?

- Com certeza, Carol. O estádio Mineirão possui uma área total de aproximadamente 254.000 m², com uma capacidade, após a reforma, de quase 62.000 lugares. No dia 22/06/1997, o Mineirão recebeu o recorde de público, foram 132.834 pessoas, na final do campeonato mineiro entre Cruzeiro x Vila Nova².

- Ih... agora cismou de falar de time da segunda divisão - disse Arthur.

Carol não pôde deixar de fazer uma careta, mas foi rápida, antes que os alunos perdessem a atenção.

- Vamos nos concentrar no que realmente importa, o tamanho do Mineirão. Com isso em mente,

² <http://estadiomineirao.com.br/>

nós vamos realizar uma prática para entender o que é a PERSPECTIVA. Vocês irão fotografar o Mineirão e os outros conjuntos arquitetônicos observados deste ponto do Mirante para que possamos comparar em outros momentos. Podem começar!

- Eu não sou boa com fotografia, professora! – disse Ana Luiza.

- Não precisa ser bom, tente colocar o espaço arquitetônico em evidência, para facilitar a comparação. E cuidado com o foco, espere a câmera focalizar para depois capturar a imagem.

- Professora, essa foto ficou show!!!

- Deixa eu dar uma olhada, Davi! Muito bem, você conseguiu capturar uma imagem bem nítida, perfeito!

- Continuem tentando fotografar os espaços arquitetônicos e, em 15 minutos, voltaremos para a van. Vamos para outro espaço! Alguns minutos depois, Carol, Cauã e seus alunos desceram da van na Esplanada do Mineirão, bem em frente ao estádio.

- Jesus!!! Professora, o Mineirão é muito grande. De onde estávamos parecia menor! – disse com surpresa Valentina.

- Então Valentina, estávamos enxergando o Mineirão de outra maneira. Mas vocês sabem me explicar por que o Mineirão parecia menor quando estávamos observando-o do mirante?

- Professora, eu acho que é pela distância que estávamos dele. Estávamos longe do Mineirão, eu até pensei nisso quando estamos para atravessar a rua. Os carros mais “longe”, parecem menores. E eles vão ficando maiores quando estão chegando perto – disse Cecília.

- Já é um bom começo, Cecília. Neste ponto podemos fazer uma aula de integração com a Física, para entender como nós conseguimos capturar a imagem.

- Ah nem, “fessôra”! Eu não gosto de Física.

- Você não gosta, ou você ainda não entendeu? São situações diferentes. Mas você conseguiu perceber a situação do tamanho do Mineirão?

- Sim, eu concordo com a Cecília. Mas eu ainda não entendi como isso é possível.

- Vamos continuar a prática para vocês pensarem melhor em como responder a esta pergunta.

- Agora que estamos próximos ao Mineirão, vocês tentarão tirar uma foto, em que todas as estruturas do espaço sejam visualizadas na imagem.

- Professora, eu não entendi.

- Valentina, a fotografia deve capturar todas as dimensões do Mineirão, ou seja, todas as partes do local.

- Professora, daqui não dá. Só consigo visualizar uma parte.

- Então, Matheus, o que você precisa para conseguir capturar toda a estrutura?

- Eu tenho que “arredar”³ pra trás.
 - Então, faça isso. Pois para que a imagem capturada pela câmera seja formada, precisamos de entender as características de um sistema óptico. Os raios refletidos pelo objeto se convergem e se encontram em um ponto de interseção chamado de ponto de imagem. Mas para isso precisamos de tomar uma certa distância do objeto, para que todos os raios dispersados pelo Mineirão, neste caso, cruzem antes de se chocar no anteparo da câmera. O anteparo da câmera é onde a imagem ficará armazenada.
 - Nós vimos isso na aula de Física. Montamos uma câmera escura com caixa de sapatos e lente de uma lupa. O anteparo era uma folha de papel vegetal.
 - Muito bem, Herick! Usem os conceitos que vocês aprenderam na aula de Física para encontrar o ângulo certo para tirar a melhor foto do Mineirão.
 - Prof, e agora?
 - Agora, eu preciso que vocês observem as fotografias tiradas. Mostrem aos colegas o resultado da sua foto.
 - Prof do céu!!!
 - O que, Ana Clara?
 - Eu fui comparar as fotos que tirei daquele espaço que tinha o Neymar-ier— é assim que fala? – e eu acabei observando que o Mineirão fica menor de lá. Daqui de perto foi muito mais difícil tirar a foto de todo o espaço.
 - O que podemos concluir, Ana?
 - A imagem formada depende do ponto de vista observado. Quanto maior a distância, menor o objeto.
 - Isso mesmo. As aulas de Física foram imprescindíveis para vocês entenderem essa perspectiva. Vocês perceberam como as disciplinas conversam? Elas interagem e proporcionam uma ampliação nos conhecimentos.
- Os alunos estavam observando as fotos uns dos outros e acenando com a cabeça.
- Mas é muito difícil, prof – disse Valentina.
 - Tudo pra vocês é difícil, né?! Mas percebam que, quando colocamos em prática os conhecimentos que trabalhamos nas aulas teóricas, fica mais fácil compreender os processos.
 - Isso é verdade. Mas se nós não soubéssemos a teoria, não iríamos entender tudo.
 - Perfeito, Matheus. A teoria e a prática andam juntas: uma precisa da outra.
 - Mas o que isso tem a ver com Bioquímica?

³ Arredar: afastar-se.

- Tem tudo a ver! Vocês estão conseguindo relacionar os tamanhos do objeto à forma de visualização. E ainda vamos utilizar vários conceitos da Física. Mas ainda precisamos de mais práticas. Vamos ao próximo ponto?

- Bora!

Após atravessar a cidade...

- E agora, chegamos ao ponto mais alto de Belo Horizonte. A praça do Papa fica localizada no bairro Mangabeiras e tem uma vista privilegiada da cidade. Ao fundo podemos ver a Serra do Curral, que é uma referência geográfica e histórica de Belo Horizonte.

- Por que ela se chama praça do Papa? – perguntou Herick.

- A praça se chamava Praça Governador Israel Pinheiro, em homenagem ao ex-governador do Estado de Minas Gerais. Mas, em 1980, após a visita do Papa João Paulo II que celebrou uma missa com a Serra do Curral como cenário, foi realizada a homenagem e o local foi renomeado como Praça do Papa. – Explicou Cauã.

- Ah, tá.

- Neste momento, vocês terão um tempo de descanso e para o lanche.

- Graças a Deus! Estou morrendo de fome! – suspirou Valentina.

- É claro que você está Valentina! Você está sempre na broca⁴! – Disse Miguel, de uma forma assustada e que chegou a ser cômica.

Carol sempre ria da forma como seus alunos interagem sem serem ofensivos. Esta era uma característica que ela adorava: perceber o quanto eles eram impulsivos e engraçados.

- Então vamos, para não atrasarmos a nossa programação. Já arrumei o espaço que vamos compartilhar os lanches e descansarmos. Trouxe algumas coisinhas bem gostosas pra gente!

- Iuuupppppiiii!!!!!!

MOLECULAR E INVISÍVEL

- Todos prontos?

- Nossa, fessora, “tô daquele naipe, quebradão”⁵! – reclamou Davi.

- Mas precisamos continuar! Tivemos um bom tempo para lanche e descansar.

- “Pode crer!”⁶

⁴ Estar “broca”: estar com muita fome

⁵ Quebradão: muito cansado

⁶ Pode crer: acredita, confia.

- Não vamos muito longe, certo, Cauã?
- Certo, Carol! Vamos entrar no Parque das Mangabeiras, a maior reserva ambiental da capital de Minas Gerais. É um dos maiores parques urbanos da América Latina e a maior área verde de Belo Horizonte com 2.350.000 m² de área. Abriga uma grande quantidade de animais silvestres e possui diversas nascentes que abastecem a bacia do Rio São Francisco⁷.
- “De rocha”⁸, o parque é grande mesmo, hein! – Herick estava concordando com as dimensões do parque serem grandes.
- E nós vamos ter que andar isso tudo, Prof? – perguntou Victória, ansiosa.
- Ah não, Prof! Eu não consigo andar esse tanto. Meus pés vão cair! – gritou Valentina, sem dar chances para Carol responder.
- Misericórdia! Nós vamos ter que andar por 2.000.000 de metros? Quantos quilômetros dá isso? – Perguntou Matheus, com dúvidas da distância que eles teriam que percorrer.
- Calma, gente. Nós não vamos percorrer todo o parque. Vamos fazer um trajeto já definido por mim e pelo Cauã. Vocês terão que andar, mas eu tenho certeza de que não será o suficiente para o seu pé cair, Valentina!
- Ufa, já estava quase dando um treco! – exclamou Ana Luiza.
- Então, vamos continuar! Para esta etapa, vocês precisarão utilizar esses saquinhos transparentes que estou repassando a vocês. Cada um de vocês vai receber 5 saquinhos e vocês devem recolher materiais que possam ser utilizados no nosso experimento que será realizado na escola amanhã. Os materiais permitidos são aqueles que não causem desequilíbrio no ecossistema do parque: folhas já soltas de árvores, pedra, pedregulhos, insetos mortos, casulos vazios, pêlos, etc.
- Mas o que devemos recolher, Prof? – antecipou-se Victória, antes de Carol terminar a explanação. Isso é algo que acontece com frequência na profissão. Tanto que a paciência se torna uma virtude imprescindível para ser professor!
- Como eu estava explicando, Victória, vocês recolherão materiais pelos espaços do parque que tenham diferentes aspectos, diferentes tamanhos e que tenham estruturas que não conseguimos ver, mas que sabemos que existem, como as moléculas, os átomos e as partículas.
- E Prof, quanto tempo teremos para recolher os materiais?
- Em cada espaço que vamos visitar do parque, eu darei o comando para vocês recolherem os materiais. Não se esqueçam de tirar fotos do local, e do local exato onde vocês retiraram as

⁷ <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-das-mangabeiras>

⁸ “De rocha”: Verdade.

amostras. Precisamos de referências, e a fotografia permite a estruturação do local. Todos prontos?

- Sim, Prof!

Carol acenou com a cabeça para Cauã. Assim, ele poderia explicar um pouco das características do parque.

- O Parque das Mangabeiras, pessoal, teve o seu paisagismo projetado por Robert Burle Marx. E todo esse espaço verde possui áreas de Cerrado e de Mata Atlântica. A fauna e flora são diversificadas e indicam características dos dois biomas. Uma curiosidade sobre uma espécie da flora do parque é que ele abriga uma espécie de anfíbio cujo nome é uma homenagem a Minas Gerais e aos seus habitantes: a rã *Hylodes uai*⁹.

- Uai!¹⁰ - Exclamou Valentina.

- Isso mesmo, Valentina – disse Carol.

- Como é que é o “trem” mesmo?

- Rã *Hylodes uai*.

- “Malada”¹¹ – Davi.

- Vocês e suas gírias. – Repreendeu Carol. – Bom! Vou deixar que vocês percorram os espaços indicados por Cauã, sempre com segurança e não se afastando uns dos outros. Vocês andarão em duplas. E nunca adentrem as regiões de mata. Estaremos de olho, mas é fácil se perder em um parque. Novamente: NÃO SAIAM DA TRILHA.

- Nossa!!!! Olha que gracinha!!! – Exaltou eufórica Valentina.

- O que foi, Valentina? Perguntou Matheus curioso.

- É um coala! E é filhote! – Respondeu Valentina em êxtase.

Matheus não segurou a gargalhada, assim como Carol e Cauã que estavam próximos. Valentina ficou olhando sem entender. Carol não queria interferir no protagonismo dos alunos e se sentiu aliviada quando Matheus começou a explicar para Valentina.

- Valentina, isso é um esquilo! No Brasil não tem coala – disse Matheus, ainda gargalhando sem conseguir se controlar.

- Valentina, coalas são mamíferos nativos da Austrália. Não existem no nosso país – Carol completou a explicação de Matheus, pois era algo que precisava ficar claro.

⁹ <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-das-mangabeiras>

¹⁰ Uai: expressão mineira de surpresa.

¹¹ Malada: muito legal.

– Continuem.

Preciso de planejar uma aula mais detalhada de cordados, e intensificar nos mamíferos nativos do Brasil – pensou Carol, tentando entender os motivos para Valentina confundir um coala com um esquilo.

- Carol??? Prof???

- Oi, Ana Luiza, estou aqui!

- Olha! Tem uma borboleta saindo de um casulo. Podemos pegar o casulo?

- Se a borboleta ainda está saindo dele, não pegue. Espere ela passar por todo o processo de metamorfose.

- Vai demorar?

- Não. Mas a paciência é uma virtude!

- Na moral!¹²

O grupo ficou observando um tempo a borboleta sair do seu casulo. E foi algo inesperado para todos. Carol estava se sentindo muito feliz como o passeio havia se mostrado viável para o processo de aprendizagem. E olha que era apenas o começo.

O passeio pelo parque das Mangabeiras transcorreu sem mais nenhum percalço. Os alunos estavam eufóricos e a volta foi supertranquila. Carol se sentiu realizada neste momento. O projeto estava se desenvolvendo muito bem.

Dois dias após a excursão...

- Oi, turma! Como vocês estão?

- Nossa, Prof, ontem eu fiquei deitada o dia todo. Fiquei muito cansada com a excursão – reclamou Victória.

- Por isso tivemos essa folga na escola. Para que vocês conseguissem descansar e refletir sobre todo o nosso passeio. O que vocês acharam?

- Prof, eu gostei demais. Já estou querendo saber dos próximos. Ansiosa.

- Calma, Cecília. Vamos passar por uma etapa de cada vez. Mas lembrando que o próximo passeio está perto, será na semana que vem. Pois, como foi repassado a vocês, será realizado um passeio por semana e na mesma semana faremos as discussões e as atividades práticas na escola.

- Hoje desenvolveremos a continuidade da atividade que iniciamos no Parque das Mangabeiras. Vocês tiveram a missão de reunir materiais que tivessem diferentes aspectos como tamanho,

¹² Na moral: sem problema. Gíria usada para dizer que está tudo bem.

textura, e que ajudassem na nossa compreensão das estruturas da matéria.

- Mas para conseguirmos visualizar todos os aspectos de constituição de cada amostra, nós construiremos uma ferramenta que será útil na observação: vamos construir um microscópio caseiro utilizando o telefone celular de vocês.

- Que doido!

- Isso mesmo, Miguel! Vocês receberão os materiais necessários para construir o microscópio. Façam duplas ou trios para facilitar a compreensão e utilizar diferentes pontos de vista.

- Matheus! Faz comigo e com a Victória? – perguntou Valentina.

- Você é esperta, hein, Valentina? Só porque o Matheus é inteligente! – resmungou Miguel.

- Todos vocês são inteligentes! – disse Carol.

– A inteligência não é um padrão. Nós temos habilidades diferentes e vocês precisam aprender a estimular as suas capacidades. Não se comparem, pois ninguém é igual. Foco na experimentação!

- Estou repassando a vocês os roteiros que poderão ser utilizados na construção do microscópio. Encontrem os materiais necessários para a construção da ferramenta na bancada e comecem a montagem. Não temos muito tempo para montar, então se esforcem para se concentrarem na tarefa!

- Agora que todos vocês estão com o microscópio em mãos, vamos começar a observar as estruturas das amostras recolhidas.

- Puxa vida, o nosso microscópio “lombrou¹³”, fêssora! – exclamou Davi.

- Misericórdia! Eu preciso de um dicionário de gírias – pensou Carol. – O seu microscópio está ótimo, Davi, você só precisa focalizar melhor a imagem. Aproxime e afaste o celular do objeto que você quer observar, assim você consegue atingir o ponto de foco.

- “Firmeza”,¹⁴ agora deu.

- Profe, o que eu devo fazer, exatamente? – Perguntou Cecília.

- Vou explicar: primeiramente vocês devem se concentrar na pergunta inicial que farei a vocês. Do que a sua amostra é feita? – foi explicando Carol, anotando as perguntas no quadro. – Em segundo lugar, vocês devem utilizar o microscópio que vocês mesmo montaram para responder essa pergunta e comprovar as hipóteses que forem construindo. Conversem entre si e tentem encontrar juntos a resposta. Assim, vocês podem discutir opções que possam ajudar a responder o problema. Tudo certo?

- Tudo, profe- Responderam em coro.

¹³ Lombrear: ter problema; “dar ruim”.

¹⁴ Firmeza: Tudo bem.

- Muito bem, se precisarem de ajuda, estou aqui. E lembrem-se: vocês devem encontrar soluções viáveis para esse questionamento. A Ciência é baseada em fatos que possam ser comprovados. Neste momento todos os alunos já estavam envolvidos em observar as amostras no microscópio caseiro criado por eles. Carol se sentiu satisfeita com o fato de a atividade ter proporcionado um empenho dos estudantes na montagem de ferramentas úteis ao aprendizado. E eles pareciam estar muito satisfeitos com os microscópios que montaram. Como algo simples pode nos dar tanto orgulho e satisfação de fazer parte desse grupo de pessoas que trabalham em prol do futuro, não é?

- Profffff! Eu peguei essa amostra de exoesqueleto de artrópode. Eu achei que era um bichinho morto. Depois que eu fiz a pesquisa, entendi que era o corpo trocado pelo artrópode. Achei muito legal. Mas, profe, eu ainda não entendi do que é feito esse exoesqueleto. Na pesquisa ele fala de... quitina. Mas o que é isso? – Disse Ana Luiza.

- Você pesquisou sobre o termo, Ana Luiza?

- Não – disse Ana, sem graça. - Profe, eu tenho outra dúvida: como as moléculas do exoesqueleto se unem? Elas não são estruturas separadas? Tem uma cola para fixar tudo?

- Ótimas perguntas, Ana. Tive uma ideia! Vamos usar o seu material para compreender a estrutura molecular do exoesqueleto.

- Turma, a Ana recolheu um material muito interessante no parque. Ela achou um exoesqueleto de um artrópode, mas ela gostaria de entender do que é formada essa estrutura e como elas se conectam formando uma peça única. Vamos tentar descobrir juntos, ok?

- Ok, profe

- Na pesquisa da Ana, ela encontrou que o exoesqueleto é feito de quitina. O que é a quitina? Como ela é formada? Que tipo de átomos estão presentes na estrutura da quitina? Preciso que vocês pesquisem a resposta e, na próxima aula, discutiremos o assunto. E para incentivar a pesquisa, a dupla ou trio que conseguir explicar o processo com mais detalhes e dados ganhará um brinde. Façam o seu melhor, sempre. Até mais, turma!

Competições saudáveis sempre são favoráveis para o processo de aprendizagem. Tenho certeza de que eles se empenharão para responder os questionamentos. Mais um dia! – pensou Carol.

- Matheus e Victória, nós precisamos ganhar esse brinde. Me ajuda, garoto!

- Calma, Valentina! Vamos começar pesquisando em alguns *sites* confiáveis. Lembra que a professora de Física fez aquele trabalho sobre material para referência de trabalhos?

- Eu lembro um pouco, sim.

- Então vamos começar a pesquisa. Podemos nos reunir aqui em casa, pode ser?
- Passa aqui, Valentina, e vamos juntas!
- Já tô indo!

- Ana Luiza e Ana Clara, achei um texto bem interessante aqui – disse Cecília. Nele explica que a quitina é um polissacarídeo.

- Misericórdia, cada vez piora!
- Anota isso aí, menina. Eu preciso ganhar esse brinde.
- Mas você nem sabe o que é! Aposto que é de comer. Adoro!
- Nossa, você só pensa em comida.

Ana Luiza deu de ombros, até porque ela adorava mesmo um lanche.

- Bom dia, turma. Tudo bem com vocês?
- Prof, qual é o brinde?
- Bom dia primeiro!
- Desculpa, prof, é que estou ansioso – disse Herick.
- Primeiro, vamos discutir os resultados das pesquisas que vocês fizeram e, depois que eu anunciar o trio que conseguiu reunir os dados que respondem mais adequadamente as perguntas, eu conto qual é o brinde.
- Tá bom! – disse um cabisbaixo Davi.
- Ana Luiza, como seu trio foi o precursor da pergunta norteadora, vou deixar que vocês apresentem os dados primeiro.
- Certo, prof. Para responder à pergunta de uma forma mais completa, nós montamos um infográfico – explicou Ana Luiza.
- Que esperta – sussurrou Valentina. - Mas o nosso ficou muito bom também.
- Silêncio, Valentina. Eu quero ouvir – repreendeu Victória.
- Neste infográfico, conseguimos reunir as informações sobre o exoesqueleto dos artrópodes para explicar como as estruturas conectam-se umas às outras.
- A Cecília fala bem, né? – sussurrou novamente Valentina.
- Quieta, Valentina – disse Matheus baixinho.
- O exoesqueleto de artrópodes é composto de quitina, um polissacarídeo. Os polissacarídeos são formados pela união de monossacarídeos. Eles são biomoléculas do grupo dos carboidratos. O interessante é que as moléculas de monossacarídeos são unidas pela ligação glicosí... glicosídea.

- Ligação glicosídica. – Completou Carol.
- Obrigada, prof. Continuando, essa ligação entre as moléculas de monossacarídeos é do tipo covalente.
- Neste caso, acontece a perda de um hidrogênio de um grupo e a perda de uma hidroxila do outro, formando água e um dissacarídeo. Em sequência, outros monossacarídeos se ligam ao grupo utilizando o mesmo processo – completou Ana Clara.
- Muito bem, Ana Clara, Ana Luiza e Cecília. A explicação ficou muito clara e o infográfico está muito detalhado. Adorei! – disse Carol, extasiada.
- Obrigada, prof – respondeu Ana Clara, vermelha.
- Davi e Herick, vocês são os próximos.
- De rocha, fêssora! – Disse Davi
- Professora, nós montamos apenas um relatório – explicou Herick.
- Sem problemas, Herick. Pode apresentar.
- Nós encontramos que o exoesqueleto é feito de quitina e sais de cálcio. A quitina é o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza. Ele é formado por monossacarídeos.
- O exoesqueleto é a estrutura de sustentação dos artrópodes e fica na parte externa do corpo – completou Davi.
- Muito bem, meninos!
- Valeu, fêssora. O pai tá *on* – disse Davi.
- “Sussega”, Davi – esbravejou Valentina.
- Antônio e Miguel, vocês são os próximos.
- Professora, nós montamos uma apresentação de slides.
- Sem problema. O projetor já está ligado, então é só conectar e começar.
- Valeu, profe
- O exoesqueleto é uma estrutura que reveste a parte externa do corpo dos artrópodes. Como o exoesqueleto é uma estrutura externa e rígida, acaba impedindo o crescimento do animal. Para resolver esse problema, o animal acaba trocando de exoesqueleto, que é nomeado como muda, para continuar o seu desenvolvimento. – Explicou Antônio.
- A estrutura formadora do exoesqueleto varia de espécie para espécie, mas a maioria possui quitina na composição, um polissacarídeo – completou Miguel.
- Show, os slides! Adorei as imagens! – disse Carol.
- Obrigado, professora! – respondeu Antônio, não escondendo a sua satisfação.
- E por último o trio Matheus, Victória e Valentina.
- Nós montamos um boletim informativo. Neste boletim colocamos diversas informações do

exoesqueleto, assim como algumas curiosidades e outras ferramentas.

- Como o que, por exemplo?

- Colocamos alguns games no final do boletim e alguns vídeos disponibilizados no *Youtube* – Disse Valentina.

- Gente, que completo! Tô vendo que vou pedir mais trabalhos deste tipo pra vocês. Percebi que vocês se empenharam muito. Desculpe interromper, podem continuar.

- Na primeira parte do boletim, explicamos o que é o exoesqueleto. Exoesqueleto é o revestimento de proteção e sustentação externa de artrópodes. Essa estrutura é rígida e precisa ser trocada para que o animal continue o seu crescimento. Esse processo de troca do revestimento externo é chamado de muda ou ecdise. A maioria dos artrópodes possui o seu exoesqueleto formado de quitina – explicou Valentina.

- Na segunda parte do boletim, há informações sobre a quitina, biomolécula que forma a estrutura do exoesqueleto. A quitina é um polissacarídeo formado pela união de monossacarídeos, monômeros dos carboidratos. Neste caso, a quitina é um carboidrato – continuou Victória.

- Na terceira parte do boletim – disse Matheus – explicamos a estrutura dos carboidratos e como os monossacarídeos ligam-se uns aos outros, formando os oligossacarídeos e os polissacarídeos. Os oligossacarídeos são estruturas de ligação entre mais de um monossacarídeo. Essas ligações têm nomes diferentes de acordo com o número de monossacarídeos que se conectam a partir das ligações glicosídicas. Por exemplo, nós temos os dissacarídeos, que são resultado da ligação entre dois monossacarídeos. Temos também os trissacarídeos, que são produtos das ligações de três monossacarídeos. Quando temos ligações de inúmeros monossacarídeos temos os polissacarídeos, grupo que tem como exemplo a quitina.

- No próximo tópico, explicamos a estrutura bioquímica dos polissacarídeos explicando cada tipo de ligação formada pelos monossacarídeos. Isso ajuda na observação do processo de ligação glicosídica formada pelos monômeros dos carboidratos – continuou Victória.

- A ligação glicosídica acontece quando ocorre a perda de água da molécula. Essa perda de água é resultado da ligação covalente entre dois monossacarídeos pelo grupo funcional que eles apresentam em suas extremidades. Um monossacarídeo perde um átomo de hidrogênio do grupo funcional e o outro monossacarídeo ligante perde um grupo hidroxila – explicou Matheus.

- Nas partes de curiosidades e games, apresentamos um vídeo que explica o tamanho gigantesco de animais pré-históricos. Nele, explicamos como uma libélula poderia ter o seu exoesqueleto do tamanho de uma águia. Colocamos esse vídeo, pois ele acaba explicando a prática que

fizemos anteriormente na excursão sobre escalas e dimensões, prof. E para finalizar, montamos um game simples numa plataforma virtual. Nesta plataforma podemos criar diversos games com um jogo de palavras. Colocamos algumas palavras e os seus significados e podemos escolher o tipo de *game*. São várias modalidades que podemos utilizar, e uma delas é o jogo de perguntas e respostas. Quanto mais você acerta, mais pontos você ganha, até chegar na pontuação máxima – explicou Victória.

- Adorei a conexão que vocês fizeram com as práticas anteriores. E a quantidade de ferramentas que vocês utilizaram para facilitar a explicação do tema – emocionou-se Carol, pois o seu objetivo estava sendo alcançado aos poucos. – Eu nem sei o que dizer. Turma, vocês foram fantásticos nas explicações e nas abordagens. Estou emocionada com o trabalho que vocês fizeram. Por isso, não terá um brinde para somente um grupo. Todos vocês irão ganhar o brinde. Cada um de vocês ganhará um ingresso para o cinema.

- Aeeeeeeeeeeeeeeee!!!! – foi um alvoroço geral com a turma.

- Uhuuu, melhor do que eu esperava professora – exaltou-se Antônio.

- Prof, realmente: é muito melhor que um açaí! – disse Ana Luiza.

- Verdade! – concordou Valentina. – Mas será que poderemos tomar um açaí também? Eu adoro açaí!

- Claro que ama, Valentina – afirmou Matheus com uma expressão engraçada, mas que de forma alguma deixou Valentina envergonhada.

SIMBÓLICO E MATEMÁTICO

- Bom dia, turma. Como foi a experiência no cinema? Sinto muito não poder estar presente, eu tive uma reunião importante para decidir os próximos passos do nosso projeto. Espero que vocês entendam – desculpou-se Carol. – Eu tive que visitar alguns lugares em que iremos nas próximas etapas e precisava me encontrar com os responsáveis.

- Sem problemas, Prof. A professora Patrícia é superengraçada. Ela aproveitou e pediu um relatório sobre o filme. Já que ele fala muito sobre o Universo, mesmo algumas cenas sendo bem mentirosas – disse Ana Clara.

- Tá doida! – exaltou-se Davi. – O filme é “malado” demais.

- Calma, Matheus, o que a Ana Clara quis dizer é que o filme é uma ficção, o que significa que algumas coisas são improváveis de acontecer.

- E foi realmente isso que a prof. Paty pediu: que criticássemos o filme baseando-nos nos métodos científicos e teorias que já foram comprovadas cientificamente. “Pensar

cientificamente”, foi o que ela disse – explicou Miguel.

- Uau! Então realmente a prof. Paty foi a escolha certa. Mas a qual filme vocês assistiram?

Fiquei curiosa.

- Vingadores: Ultimato, Prof – respondeu Antônio.

- Você gostou de ir ao cinema, Cauã?

- Gostei bastante, Carol. Tinha muito tempo que eu não ia ao cinema. A última vez tinha sido com o meu pai.

- O Cauã explicou a história do cinema pra gente, profe. Eu não sabia de nada do processo de projeção. Achei que era igual em casa, só que com uma tela maior. A prof. Paty aproveitou que estávamos vendo formação de imagens para explicar como funciona. Foi bem legal.

- Cauã, muito obrigada por acompanhá-los. Falando nisso, o Cauã irá acompanhar nossas aulas. Tudo bem?

- Tudo bem, Prof sem problema! O Cauã é parceiro.

- Falando em Física: já que a prof Paty é a professora desta disciplina, vocês conseguem citar alguma relação da Física com a Biologia?

- Só aquele papo de alavancas. Ela explicou na aula que o nosso corpo possui algumas estruturas que funcionam como uma alavanca. Como por exemplo a nossa articulação do braço – explicou Matheus.

- Ótimo. Nenhuma outra relação?

- Do olho humano e a formação de imagens. Poxa, profe, é difícil lembrar assim – disse Antônio.

- Acho que esperei que vocês fizessem conexões de uma forma precoce. Vamos tentar de outra forma. Hoje, iniciaremos os trabalhos para facilitar a nossa excursão dessa semana – disse Carol. – Enfim! Na aula passada, vocês apresentaram as pesquisas relacionadas ao exoesqueleto dos artrópodes e a sua composição biomolecular. Vocês concluíram que a quitina é o principal polissacarídeo do exoesqueleto e que ocorrem ligações glicosídicas entre os monômeros dos carboidratos. Porém, para conseguir visualizar como esse processo acontece, hoje nós iremos montar a estrutura dessas moléculas no espaço. Para isso, vamos usar um material que é composto de uma grande quantidade de carboidratos: jujubas!

- Cada vez melhora! – alegremente exclamou Valentina.

- Cada jujuba tem uma cor, de acordo com o corante utilizado na sua produção. Portanto, cada cor de jujuba será um tipo de átomo. Por exemplo, como estamos falando de estruturas orgânicas, a maior quantidade de jujubas será utilizada como o hidrogênio, seguidas do carbono e do oxigênio.

- Podemos escolher a cor, professora? – Perguntou Miguel.
 - Pode sim, Miguel. Só tenham cuidado de calcular a quantidade de jujubas para montar a estrutura das moléculas. Podem continuar com as mesmas duplas e trios. Cada grupo receberá uma quantidade suficiente para realizar as atividades. Não comam as jujubas antes de terminar o trabalho, hein? E lavem bem as mãos e usem as luvas para não contaminar as jujubas.
 - Nossa, Prof, que maldade. Colocar o doce na nossa frente e não podermos comer – chateou-se Ana Luiza.
 - Ana, vocês poderão comer, mas somente depois de terminar o trabalho. Peço só um pouquinho de paciência.
 - Tá bom – concordou, ainda que contrariada, Ana Luiza. – Mas como vamos unir as jujubas?
 - Ótima pergunta, Ana. Entregarei a vocês alguns tubinhos de pirulito e palitos de dente, além do roteiro da atividade prática. Vocês devem montar as estruturas moleculares e responder as perguntas do roteiro. Tudo bem?
 - Tudo, Prof.
 - Bora fazer, então!

 - Agora que vocês terminaram as estruturas, tirem fotos de vários ângulos diferentes. Vocês vão precisar delas.

 - Pronto, Prof. Podemos comer as jujubas? – perguntou Valentina.
 - Valentina cara de pau! Eu já vi você comendo várias!
 - Uai, Prof, estava sobrando – Carol pela primeira vez viu Valentina corada de vergonha. A turma toda riu pois Valentina não era alguém que demonstrava vergonha facilmente.
 - Sem problema, Valentina. Podem comer as jujubas.
- Foi a festa das jujubas. Carol aproveitou e se esbaldou. Só não poderia deixar que seu cardiologista soubesse disso.
- Vamos ao que interessa. Olhando as estruturas moleculares que vocês montaram (*Imagem 1*), é fácil perceber como acontecem as ligações covalentes e a ligação glicosídica entre os monossacarídeos?

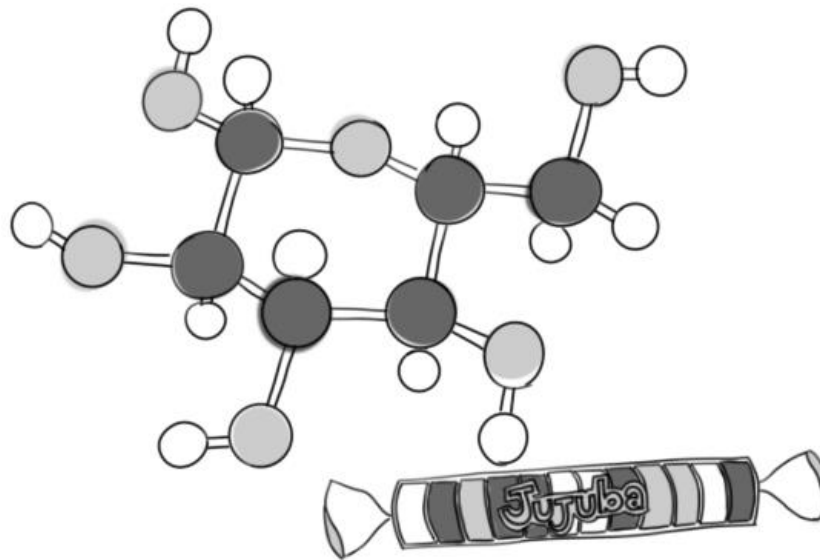


Imagem 1: Estrutura da glicose com jujubas

- Foi mais fácil compreender, Prof. E eu também percebi a estrutura que elas apresentam com a ligação.
- Muito bem, Matheus. Neste caso, podemos perceber a importância dos conceitos da Química quando lidamos com as biomoléculas. Nesse processo, conseguimos visualizar a estrutura simbólica das ligações entre os átomos.
- Ahhh, nós vimos essa matéria em Química com o professor Alan. Mas nós não fizemos as estruturas com jujubas, usamos um simulador – lembrou Miguel.
- Olha como vocês estão conseguindo promover conexão entre as disciplinas de Ciências da Natureza! Elas se conectam e se completam – explicou Carol. – Neste caso, nós temos que entender a parte matemática das ligações químicas. Cada elemento se une a outro de acordo com suas características específicas. E na tabela periódica nós temos muitos dados que nos permitem entender como essas ligações podem ser formadas.
- Lembrei disso também, Prof. Nós usamos o diagrama de Pauling para distribuir o número de elétrons em camadas, relacionadas aos níveis e subníveis de energia – disse Victória.
- Show! Mas nós temos que lembrar sempre que essas estruturas são submicroscópicas. Não conseguimos enxergá-las a olho nu e nem no microscópio como enxergamos as células. Elas são estruturas que formam as células. E é nesse ponto que precisamos chegar. Vocês entenderam essas dimensões?
- Prof, olha se eu tô certo: as partículas se unem formando os átomos. Cada átomo da natureza possui um número de prótons e elétrons que garante a sua posição na tabela periódica. Depois os átomos, quando se ligam, formam as moléculas, como no caso da da glicose, da quitina e outras biomoléculas. E a quitina, junto com outras moléculas, acabam formando a estrutura do

exoesqueleto. O exoesqueleto é o único que conseguimos enxergar a olho nu, neste caso. Então, ele é macroscópico – explicou Matheus da forma que ele entendeu.

- Gostei da sua contextualização, Matheus – finalizou Carol. – Nesta semana, faremos a nossa excursão em um famoso ponto turístico da cidade de Belo Horizonte. Alguém arrisca?

- Eu acho que nós vamos para a Feira Híppie – disse Victória.

- Mais alguém?

- Seria o Palácio das Artes, Prof? Eu nunca fui – disse Ana Clara.

- Nem eu. Mas parece ser lugar de gente rica. Rico que gosta de música clássica – disse Antônio.

- Não tem somente música clássica no Palácio das Artes, Antônio. De onde você tirou essa ideia?

- Ah, sei lá! – deu de ombros Antônio. – Nas vezes que eu vi na televisão, sempre falou de orquestra. Eu nunca frequentei locais daquele tipo. Sempre prefiro ir em lugares onde as pessoas não nos olham com desconfiança e podemos ser quem nós somos.

Carol sabe que a maioria dos seus alunos de escolas públicas se sentem desta forma. Na verdade, ela mesma já se sentiu observada com desconfiança em vários lugares em que esteve. E, assim como seus alunos, prefere evitar alguns lugares que a façam se sentir desconfortável.

- Entendi. Cauã, você sabe alguma coisa sobre o Palácio das Artes?

- O Palácio das Artes é o maior centro de formação e produção cultural de Minas Gerais. Além disso, é um dos maiores centros culturais da América Latina, apresentando uma fusão de atividades artísticas. Ele ocupa uma região de dezoito mil metros quadrados do Parque Américo Renné Gianetti, o Parque Municipal¹⁵.

- Adoro o Parque Municipal. Alguém já foi?

- Eu já, Prof.

- Eu também.

- Eu só passei perto, mas nunca entrei.

- Pode continuar, Cauã.

- E você deve ter ouvido falar sobre a Orquestra Sinfônica de Minas Gerais, que tem sua sede no Palácio das Artes, assim como a Companhia de Dança e o Coral Lírico. Estão entre várias atrações no Palácio das Artes, como shows, peças teatrais e exposições.

- Apesar de falarmos muito do Palácio das Artes, um espaço fantástico, não iremos ao lá nesta semana. O local que vamos visitar é o Mercado Central de Belo Horizonte.

- Nossa! Lá tem muita coisa gostosa! Adoro! – disse Valentina.

¹⁵ <http://circuitoliberalidade.mg.gov.br/pt-br/espacos/palacio-das-artes>

- Valentina, você só pensa em comer – Disse Matheus.

Capítulo 2: Biomoléculas

- Todos prontos?

- Sim, Prof. A Valentina já está dentro da van – disse Davi, rindo, lembrando o atraso da menina no primeiro passeio.

- Credo! Eu nem demorei tanto assim da outra vez. E eu quero ver você me pedir algum salgadinho, ou biscoito, ou suco, ou bala, ou chocolate...

- Chega, Valentina! Você está carregando isso tudo?

- Nem reclama! Dá última vez, todos vocês comeram do meu lanche. Eu sou é prevenida.

- Verdade, turma. Até eu comi das guloseimas que a Valentina trouxe – disse Carol, percebendo que tinha comido muita besteira nos últimos dias. Voltando ao nosso assunto principal de hoje: a nossa visita ao Mercado Central tem um papel muito importante na compreensão das biomoléculas. Faremos um tour pelos corredores do mercado e algumas tarefas serão dadas a vocês. Cauã, você poderia falar um pouco sobre o Mercado Central, por favor?

- Claro, Carol. Bom dia, turma! O nosso passeio será em um dos lugares que abrange diversas memórias do cenário histórico e cultural de Minas Gerais, principalmente pelo fato do nosso estado ser considerado um local com uma culinária típica que encanta turistas das outras regiões do Brasil e também estrangeiros. Diversas pessoas do mundo inteiro já passaram por aqueles corredores que nos transportam para diferentes lugares, partindo da nossa percepção sensorial. Cauã, nesta parte da explicação, discretamente pedia ajuda a Carol, por conta da forma como ele se sentia toda vez que entrava no Mercado. Várias lembranças de seu pai atingiam o seu cérebro de uma maneira que ele não conseguia explicar.

- O Mercado Central de Belo Horizonte foi inaugurado no dia 7 de setembro de 1929 quando o prefeito da época decidiu reunir as feiras da Praça da Estação e da praça onde se localiza a atual rodoviária. O Mercado é um dos locais mais queridos e especiais para os mineiros¹⁶.

- Ele tem mais de noventa anos? Mais velho que a minha bisavó. A minha bisa faz 89 anos neste ano, e ela está ótima – disse Victória.

Essa história fez Carol se lembrar do avô. Um senhor que foi muito ativo e perdeu a mobilidade após um atropelamento aos 93 anos de idade. O atropelamento em si não foi o principal problema. A paralisia aconteceu quando ele foi socorrido pelo motorista. E o resgate

¹⁶ <https://mercadocentral.com.br/>

inadequado acabou levando a uma lesão permanente na vértebra torácica no idoso. Ele sobreviveu por mais cinco anos, falecendo com 98 anos de idade em decorrência de morte natural pela idade, e pela falta de movimentação desse período. Ao lembrar dessa história, Carol estava pensando em como introduzir um assunto: a importância do sistema nervoso e as conexões que queria fazer mais adiante. Essa aula poderia ser a contextualização das estruturas submicro/micro ao macro nas doenças do sistema nervoso, como o Alzheimer, doença que ocasionou a morte do pai de Cauã.

- Então! Memórias são sempre interessantes na Biologia. Sintam-se à vontade para compartilhar momentos que possam atingir as nossas sensações. É a partir dessas memórias que conseguiremos as conexões com o que estamos aprendendo, principalmente aquelas relacionadas à alimentação.

- Chegamos ao coração do mercado mais famoso de Minas Gerais. Vocês terão algumas tarefas hoje. Primeiro, vamos acessar os corredores do Mercado e tentar compreender como este lugar pode nos ajudar a entender as dimensões. Lembrando que, na etapa anterior do nosso projeto, falamos muito sobre um polissacarídeo responsável pela estruturação externa de artrópodes. O que isso tem a ver com o Mercado Central?

Cada um de vocês vai receber este roteiro, e nele existem instruções úteis para que consigam desenvolver a atividade. Não se esqueçam de tirar muitas fotos. Outra situação foi a aula que tivemos sobre as biomoléculas. Aqui, vocês devem encontrar elementos que são formados por macronutrientes que são biomoléculas, como carboidratos, proteínas e lipídios. Bora trabalhar?

OS MACRONUTRIENTES

- Minha nossa, sinto cheiro de fígado fritinho. Eu adoro! – disse Ana Luiza fechando os olhos e respirando fundo.

- E o povo fala que sou eu que só penso em comida – reclamou Valentina.

- Na verdade, vocês duas são desesperadas por comida – disse Miguel.

- Nossa, quanto tempero! Nem deve dar pra usar isso tudo. Olha que queijo bonito! Se meu pai visse, ia comprar na hora. Nunca vi ser doido com queijo como ele – contou Ana Clara.

- Ah, o meu também é! Toda semana ele traz um queijo das viagens que ele faz – disse Cecília.

- O que seu pai faz?

- Ele faz entregas. Ele tem uma van e costuma viajar para o sul de Minas. Ele sempre traz algo diferente.

- Meu Deus! Olha esse doce de leite! – disse Ana Luiza.

- Olha, eles estão servindo amostra. Vamos pegar?

- Aceita? – ofereceu a vendedora.

Ana Luiza teve um sentimento um pouco diferente do que costuma ter, já que as pessoas não costumam oferecer nada a ela. Ela se lembrou que, na maioria das vezes em que estão em espaços públicos, eles não chegam a mexer em nada pois são observados com bastante atenção.

- Eu aceito – disse Valentina entrando na frente de todos os colegas. – Que delícia! Quanto é o pote, moça?

- R\$40,00 o pequeno e R\$60,00 o grande.

- Misericórdia! Tá caro, mas vou levar – disse Valentina.

- Valentina, você vai comprar mais coisas? – assustou-se Davi.

- Uai, eu não fiquei a semana toda trabalhando de babá à toa. Juntei dinheiro pra ajudar minha mãe e guardei um pouco pra mim. Vou levar doce pro meu irmão, ele gosta.

- Gente, doce tem açúcar e açúcar é carboidrato. Vou tirar foto do pote de doce – disse Ana Luiza.

- Boa, Ana. Nem tava lembrando disso – disse Miguel.

- Eu ouvi, Miguel. Lembre-se de continuar seguindo o roteiro. Precisamos realizar as atividades que propusemos – reforçou Carol.

- Pode deixar, professora!

- Olha que torresmo perfeito! Eu nunca tinha visto assim, enrolado – disse Cecília.

- Torresmo é gordura pura... Então, tem lipídio – disse Victória.

- Fechou! – disse Davi. – E a linguiça é carne, e carne tem muita proteína.

- Agora vocês podem tirar mais fotos para colocar no relatório – disse Carol.

- Uma só de cada, né, Prof? – perguntou Cecília.

- Claro que não! Eu quero uma diversidade de elementos pra gente comparar. Nem vem com preguiça, temos muito pra ver ainda!

- Agora que vocês reuniram fotos, vamos seguir para a próxima etapa do passeio de hoje. Segue, Cauã.

- Vamos seguir para o estacionamento do Mercado Central. Lá, vamos ter a atividade prática do projeto Cozinha Escola¹⁷. O espaço foi construído com o intuito de valorizar a culinária da nossa região, o que acaba contribuindo para a cultura de Minas Gerais como um todo.

¹⁷ <http://mercadocentral.com.br/cozinha-escola/>

- Portanto, hoje vocês farão uma receita muito especial e tentar entender um pouco da Bioquímica dos alimentos.

- Olá, eu sou o chef Lucas e essa é a minha ajudante, a Bianca. Eu recebi o convite da professora Carol para fazer um bolo de chocolate com vocês. Esse bolo é uma receita de família e faz muito sucesso no meu restaurante. A culinária tem muito da Ciência, e isso me atrai muito com relação a este projeto. Precisamos seguir algumas etapas para que o bolo dê certo, como em um passo a passo de experimentos científicos.

- Então, turma, para fazer a conexão com a matéria de Bioquímica, vocês vão pensar as escalas a partir dos macronutrientes utilizados na produção do bolo. Estimulando os sentidos, vocês conseguirão compreender as diferentes estruturas químicas dos ingredientes, e entender qual o papel de cada um na estruturação do bolo. E, fazendo uma comparação, qual seria o papel das biomoléculas na formação dos seres vivos? É a pergunta final que vocês devem responder após a prática de hoje. O roteiro tem as coordenadas para vocês conseguirem desenvolver a receita. Perguntas? Se não, os ingredientes da receita estão nas bancadas e cada grupo deve conseguir produzir um bolo semelhante ao do chef Lucas.

- Eu nunca cozinhei, Prof, c Como vou conseguir fazer um bolo? – perguntou Miguel.

- Sigam as etapas do chef Lucas. E vocês trabalharão em duplas ou trios, assim vocês ajudam uns aos outros. Além disso, temos a Bianca para ajudar-lhes também.

- Mão na massa! A primeira parte da receita é fazer a massa. Para isso, nós temos que misturar os ingredientes na sequência correta. Misturem todos os ingredientes no liquidificador, menos o fermento. Alguém sabe por que não devemos misturar o fermento no liquidificador com os outros ingredientes?

- Eu não sei o porquê, mas logo que coloca o fermento na massa, ela começa a borbulhar – explicou Ana Luiza.

- Muito bem. Qual seu nome? – perguntou o chef.

- Ana Luiza.

- Ana Luiza, e o que seriam essas bolhas formadas pelo fermento na massa?

- Não sei – disse envergonhada.

- Não precisa se preocupar, vocês estão aqui para aprender. Vamos aos poucos.

- Eu acho que libera gás. Se tem formação de bolhas, provavelmente é um processo químico – explicou Matheus.

- Perfeito. Logo ao acrescentar o fermento, ocorre a reação química entre os reagentes, neste caso ingredientes, e o fermento já começa a agir. Como ainda vamos realizar uma mistura bem

homogênea, precisamos atrasar um pouco a reação química com o fermento, para que o objetivo do ingrediente, que é a liberação do gás e formação de bolhas, aconteça depois. – Explicou chef Lucas.

- Vamos acrescentando aos poucos os ingredientes e descrevendo as funções que eles apresentam no bolo. Primeiro vou colocar os líquidos, para facilitar a mistura no liquidificador. Uma xícara de leite e quatro ovos. Qual a função do leite na nossa receita?

- O leite acaba umidificando os outros ingredientes – explicou Antônio.

- E qual a sua função final na massa do bolo? O que têm no leite que contribui para a obtenção da massa?

- No leite tem a lactose, que é o açúcar do leite, um carboidrato – disse Matheus.

- Ótimo. E qual a importância da lactose aqui?

- Em alguns organismos os carboidratos ajudam na sustentação, como no caso da quitina dos artrópodes que vimos em uma das práticas.

- Muito bem. O leite contribui para a reação com o fermento. No fermento químico que colocamos no bolo, temos o bicarbonato de sódio e, ao reagir com a água que compõe o leite, gás carbônico é liberado, ajudando na fofura e crescimento do bolo por meio das bolhas formadas. A lactose do leite, sendo um açúcar, contribui para o sabor adocicado do bolo.

- Nunca tinha pensado nisso, chef – espantou-se Miguel.

- Outra biomolécula presente no leite?

- Eu acho que tem gordura. Minha vó separa a nata depois de ferver o leite – explicou Ana Clara.

- Exato. No leite temos uma proporção de gordura, mas depende do leite. Leites de caixinha têm uma redução da quantidade de gordura, por isso que não dá aquela nata que o leite de saquinho possui. Mas o leite de caixa tem uma validade maior, devido ao processo de ultra alta temperatura que ocasiona a redução de alguns lactobacilos presentes no leite. Já no leite de saquinho, o processo de pasteurização possui uma temperatura de aproximadamente 80° C, que garante a sobrevivência de alguns lactobacilos e conseqüentemente podem reduzir o tempo viável do leite. Falando em gordura, isso nos leva a outro ingrediente que contém lipídios na nossa receita. Qual seria esse ingrediente?

- A manteiga – respondeu prontamente Valentina.

- Isso mesmo, a manteiga é muito importante na liga do bolo. Por quê?

- Vimos que os lipídios contribuem para a estrutura dos seres vivos. Então pode ser que ele garante a firmeza do bolo dependendo do tipo de lipídio utilizado.

- Quais tipos? Perguntou Lucas.

- Óleo ou gordura. Neste caso a manteiga é uma gordura. Se fosse o óleo, pode ser que o bolo ficasse um pouco mais mole – respondeu Matheus.
- Muito bem colocado. Qual o seu nome? – perguntou o chef Lucas.
- Matheus.
- O Matheus conseguiu sugerir uma função da gordura no bolo a partir das suas propriedades químicas. Além disso, a gordura confere sabor às receitas. Porém, se for colocado em uma quantidade maior, pode acabar mascarando os outros sabores que queremos realçar na receita – neste caso, o sabor do chocolate. Ainda há outro ingrediente que pode sobressair ao gosto do chocolate dos demais ingredientes se não for utilizado de maneira correta. Vocês sabem qual ingrediente?
- Seria o ovo? Tem bolo que a gente compra e só tem cheiro e gosto de ovo. Fica horrível! – exclamou Ana Luiza.
- Isso mesmo, Ana. O ovo é um ingrediente muito importante em várias receitas de massas, mas pode ser um grande vilão. Agora, qual a função do ovo no bolo?
- O ovo tem a clara e a gema que possuem composições um pouco diferentes. Na clara, há uma grande quantidade de proteínas e, na gema, lipídios e proteínas. A função seria dar liga aos outros ingredientes? – perguntou Matheus.
- Então, na gema há uma grande quantidade de lecitina, que é uma mistura de diferentes lipídios e garantem a união de outras moléculas da receita, como se fosse um sabão, unindo gorduras e também as moléculas que “gostam” mais de água. A gema, além de ter lipídios e lecitina, tem uma grande quantidade de proteínas que conferem a estrutura da massa, assim como a clara, rica em albumina, uma proteína. Então é exatamente como você falou, Matheus: o ovo promove a liga dos ingredientes da receita. Por último, temos então os ingredientes secos, exceto o fermento, que vamos inserir no liquidificador: a farinha, o chocolate em pó e o açúcar. Sobre a farinha de trigo: qual a sua composição molecular?
- Proteína! – gritou Valentina.
- Ha-ha-ha! Adorei a sua empolgação. Qual seu nome?
- Valentina.
- Valentina, infelizmente a proteína não é o seu principal ingrediente. Apesar de ela estar presente na sua composição, há um outro elemento que possui uma maior proporção na composição do trigo.
- Amido, um carboidrato – respondeu Matheus.
- Nossa, o Matheus sabe tudo! – espantou-se Valentina.
- Você também está respondendo muito bem, Valentina. Na verdade, todos vocês estão se

saindo muito bem. Turminha bacana!

- Agora batemos todos os ingredientes no liquidificador e transferimos a mistura para esse recipiente, misturando o fermento em seguida. Vamos incorporando o fermento à massa levemente, para não ter perda para o meio. Agora, tem alguns pontos que precisamos lembrar. Será que a quantidade utilizada de cada ingrediente interfere no produto final, o bolo?

- Acho que sim. Por isso que temos que seguir a receita. Ela mostra que a quantidade de um ingrediente está ligada à quantidade de outro – respondeu Victória.

- O balanceamento da reação depende da quantidade de cada ingrediente. Vimos na química que a proporção dos elementos segue um padrão – respondeu Miguel.

- Muito bem, pessoas. A estequiometria representa a proporção definida que cada elemento reage com outro para dar o resultado, um ou mais produtos. E na culinária, devemos seguir essas proporções pré-definidas. Cada receita foi testada com uma quantidade de ingredientes até chegar no resultado esperado. Agora vamos para o processo final da receita. O que precisamos para finalizar a massa do bolo?

- Aumento de temperatura. Colocar o bolo no forno! – respondeu Cecília.

- Então vamos untar e enfarinhar a forma, para que a massa não agarre nas superfícies do vasilhame e colocar a massa cuidadosamente. Pré-aquecemos o forno para que a temperatura acelere as reações entre os ingredientes e deixamos o forno bem vedado. Qual seria o motivo de não poder ficar abrindo o forno?

- Minha mãe fala que a massa sola. Sei lá o que seria isso – disse Antônio.

- Pensem e tentem responder.

- Pode ser que os gases formados iriam sair do forno – respondeu Cecília. – E poderia atrapalhar o crescimento do bolo.

- É por aí mesmo, Cecília. Um forno não vedado ou uma tampa aberta podem permitir que calor que promove o crescimento do bolo saia do sistema, prejudicando a expansão ideal da massa. Tanto que, após assar, o bolo apresenta buraquinhos, que conferem à receita a maciez e a fofura que tanto queremos. Bolo ao forno! Enquanto isso, vamos fazer uma calda simples: derreteremos o chocolate meio amargo no micro-ondas em ciclos de 30 segundos, mexendo nos intervalos e, depois de totalmente derretido, acrescentaremos o creme de leite. Assim ficará pronta a nossa ganache de chocolate, para cobrir o bolo!

- E agora vamos experimentar os bolos que vocês fizeram. Não existe nada melhor do que saborear a nossa obra prima gastronômica. Sirvam-se!

LÍPIDIOS

- Ei, turma. Como passaram o dia de descanso?
- Foi tudo bem, profe. Esse passeio foi mais tranquilo – respondeu Herick.
- Conseguiram escrever os relatórios?
- Sim.
- Ótimo. Hoje vamos discutir um pouco mais a respeito da estrutura bioquímica dos ingredientes que vocês utilizaram na produção do bolo de chocolate que, diga-se de passagem, ficou delicioso! Vocês arrasaram!
- Eu adorei fazer um bolo, profe. Estou até pensando em fazer um curso de culinária e depois, quem sabe, fazer gastronomia – disse Ana Luiza.
- Isso mesmo, Ana. Devemos sempre tentar fazer o que gostamos e o que nos faz bem. Então, vamos começar falando um pouco dos lipídios. Para dar um rumo às nossas discussões, faremos uma nuvem de palavras neste aplicativo, relacionando as características dos lipídios à prática que vocês realizaram na Cozinha Escola do Mercado Central. A nuvem de palavras é uma ferramenta onde as palavras mais utilizadas por vocês ficam no centro da nuvem com tamanhos diferentes. Quer dizer que, quanto mais a palavra aparecer, maior ela será na imagem final.
- Quais as biomoléculas dos ingredientes com maior hidrofobia (aversão à água) da receita permitiram a estruturação do bolo? Vocês irão digitar palavras que fazem conexão com essa pergunta.
- Após a apresentação da nuvem de palavras, nós vamos entender como os lipídios funcionam. No próximo *slide*, temos a seguinte frase: “elimine a ingestão de gorduras da sua vida”. Pensando em tudo o que vimos, a gordura tem somente o papel de vilão na alimentação?
- Eu acredito que não, professora. Vimos que os lipídios são importantes na estruturação do bolo. E se acontece com o bolo, pode ser que aconteça o mesmo com os seres vivos, pois há gordura nos animais – respondeu Miguel.
- Certamente. Lipídios possuem função estrutural, inclusive. Tanto que, neste *slide*, temos as principais características dos lipídios.
- O que seriam solventes orgânicos, profe?
- Solventes orgânicos são compostos que apresentam, geralmente, átomos de carbono em suas estruturas. E, em muitos casos, são compostos apolares, diferentemente da água, que é polar. Neste caso, eles não podem ser dissolvidos por ela.
- Entendi.
- Existem diferentes tipos de lipídios, podendo apresentar diferentes funções nos processos

biológicos nos seres vivos, como estruturação das células, fonte de energia ou mesmo o envio de sinais de uma célula à outra, como uma conversa entre células (*imagem 2*).



Imagem 2: Lipídeos

- Os lipídios neutros por exemplo, que nós comumente chamamos de gordura, apresentam estrutura química composta por dois compostos: o glicerol e um ou mais ácidos graxos . A quantidade de ácidos graxos determina a estrutura do glicerídeo, outro nome que pode denominar esse tipo de lipídio. Dentre o mais comum dos glicerídeos, temos os triglicerídeos, compostos que apresentam um glicerol ligado a três moléculas de ácidos graxos. Esses lipídios têm função de reserva de energia,
- Temos também os fosfolipídios, que são lipídios componentes da membrana plasmática celular. Eles contribuem para a seletividade da membrana em algumas situações em relação à penetração de moléculas e outras espécies químicas. Neste caso, ele apresenta uma função protetora, de delimitar regiões e passagens. Além disso, os fosfolipídios apresentam uma característica muito importante para a fluidez da célula no meio: eles são anfipáticos. Duas partes correspondentes aos ácidos graxos são hidrofóbicas, enquanto a parte do composto químico que contém o átomo de fósforo é hidrofílica.
- Profe, o que é hidrofílico e hidrofóbico? – Perguntou Victória.
- Vamos pensar no nome em si. Hidro – água, então tem a ver com a água; “filico” ou ”filia”, do grego, significa “afeição”. Então o componente hidrofílico, tem afeição pela água. Já “fobia” também vem do grego e significa “medo”. O componente hidrofóbico não se mistura com a água. Fez sentido pra você, Victória?
- Total sentido. Mas eu ainda não entendi o anfipático.
- Anfipático é uma característica dos fosfolipídios e de outras moléculas que, na mesma estrutura, tem partes com a “filia” e partes com a “fobia” à água que citamos acima.
- Agora foi.

- No caso dos esteroides, eles são lipídios com funções de hormônio, importantes no processo metabólico. Os hormônios sexuais e alguns hormônios produzidos pelas suprarrenais tem estrutura esteroidal, e são formados a partir do colesterol. Como quase tudo em excesso faz mal, e neste caso não é diferente, o colesterol é importante para a produção de hormônios, mas seu excesso pode levar a acúmulos de lipídeos na parede de artérias, causando doenças como a aterosclerose. Tudo certo até aqui, turma?

- Sim, Prof.

- Então vamos às atividades de hoje. Livro página...

- Por favor, profe, estamos cansados!

- Sem desculpas, atividades são importantes para fixar o conteúdo. Bora fazê-las.

PROTEÍNAS

- Bom dia turma. Tudo bem, hoje?

- Não, profe. A professora de português quase matou a gente de tanto escrever – disse Davi.

- Que exagero, Davi! Aposto que nem foi tanto assim... Vocês precisam escrever até as mãos sangrarem um pouco – disse Carol rindo da cara de espanto dos seus alunos.

- Credo, profe! Que maldade!

- Bom, hoje temos um tópico muito interessante para aprender e dar continuidade aos estudos das macromoléculas. Preparados?

- Não!

- Ótimo! Sei que estão! – pausa para o sorrisinho maroto.

- Hoje vamos iniciar a aula com um *game*. Quero saber o quanto vocês lembram das proteínas. Algo muito simples, mas que podem nos ajudar na sequência. Neste *game*, vocês responderão perguntas simples relacionadas às proteínas. Por isso, a aula hoje será aqui no laboratório de informática. Vocês farão o *game* em duplas, pois não há computadores suficientes para cada um de vocês. Entrem no *link* que está anotado no quadro, insiram o código e coloquem o nome de vocês. Ana L. e Ana C., é assim que vocês devem colocar o nome de vocês. O nome da dupla, ok?

- Ok, profe!

- Certo, podem começar. Ah, e tem prêmio para a dupla ou a pessoa – neste caso, o Matheus, que está fazendo sozinho – que alcançar a maior pontuação no game.

- Aposto que será um açaí hoje – cochichou Valentina.

- Tomara – concordou Ana Luíza.

- Quem ganhou, profe? – perguntou Cecília, ansiosa.
- Vejamos: a maior pontuação foi da dupla Ana Luiza e Valentina.
- Uhhuuuuuuu!
- Vocês ganharam um vale açaí!
- Eu sabia que era açaí!

A turma toda riu da empolgação de Valentina por comida. E ainda mais agora, que ela encontrou sua parceira perfeita, a Ana Luiza.

- Continuando o assunto de proteínas, vamos compreender alguns conceitos e estruturas dessas biomoléculas. Na prática do bolo, percebemos o quão importante os elementos dos ingredientes são para o sucesso da receita. Cada ingrediente apresenta estruturas moleculares que promovem a liga e o crescimento do bolo. No caso das proteínas, que estão nos ovos, leite e também nas farinhas, mesmo que em menor quantidade comparadas aos carboidratos, elas contribuem para a estruturação da massa. Por isso temos que usamos farinhas diferentes na receita de pães, bolos e outras receitas. Neste *slide*, podemos perceber que as proteínas apresentam diferentes hierarquias estruturais. As estruturas primária, a secundária, a terciária e a quaternária (*imagem 3*). Cada uma delas tem suas particularidades em relação aos tipos de ligação e interações intermoleculares formados e, conseqüentemente, como cada estrutura se apresenta espacialmente.

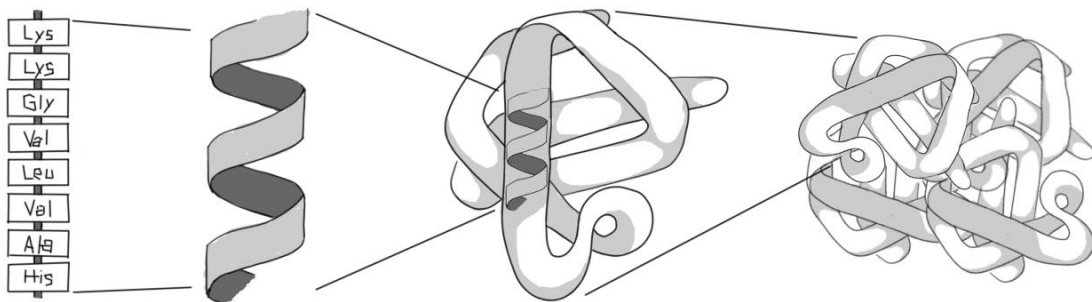


Imagem 3: Estrutura das proteínas

- Observando os monômeros que constituem as proteínas, os aminoácidos proteínogênico, ou seja, aqueles que estão presentes nas proteínas, podemos compreender que eles apresentam uma semelhança na composição molecular. Todos esses monômeros, quando isolados, apresentam um carbono central, ligado a quatro grupos: um hidrogênio, um grupo amina, um grupo carboxila e o grupo R. Este último é a estrutura que varia de aminoácido para aminoácido.
- Profe, tem como repetir? – Pediu Cecília.

- Claro! Nesta imagem da estrutura molecular dos aminoácidos, identificamos o carbono central e quatro grupos ligados a este carbono, chamado sempre de “alfa”. Esse primeiro grupo, que na verdade é um átomo, é o hidrogênio. Este segundo grupo circulado de azul é o grupo amina. O circulado de vermelho, é o grupo funcional chamado de carboxila e esse R representa o grupo que é diferente em cada aminoácido, sendo esta a única diferença que eles apresentam na sua estrutura molecular.

- Entendi, agora.

- As proteínas apresentam diversas funções, de acordo com a sua característica. Observem o quadro e a função de cada uma delas.

- Portanto, as proteínas apresentam funções estruturais, transportadoras, imunológicas, carreadoras, catalíticas, de movimento e hormonais. São muitas funções importantes e, por isso, devemos ingerir aminoácidos essenciais para contribuir com a síntese de outros aminoácido que não conseguimos sintetizar. Então, precisamos ingeri-los na nossa dieta. É importante citar que para sintetizarmos todas as proteínas, precisamos dos 22 aminoácidos existentes, neste caso em organismos eucariotos. Em outra aula, falaremos exclusivamente sobre as enzimas, um tipo especial de proteínas. Elas atuam de forma imprescindível em nosso metabolismo.

- Acabou, profe?

- Por hoje, sim.

- É pra escrever?

- Como eu sofro... – queixou-se Carol, com a pergunta mais frequente em todos esses anos de atuação como professora.

CARBOIDRATOS

- Bom dia, profe! Ontem eu resolvi fazer um bolo de cenoura. Quase ficou bom, mas ele murchou – disse Ana Luiza.

- Não se preocupe, Ana, a perfeição vem com a prática. Continue tentando e testando que você chegará no resultado esperado. É só ter calma e paciência.

- Aproveitando a sua fala, vamos terminar as biomoléculas e falar sobre os carboidratos. Na prática do Mercado Central, vocês fizeram um bolo de chocolate e tiveram que relacionar cada ingrediente à sua função nos sistemas biológicos. No caso dos carboidratos, utilizamos um ingrediente com alta proporção desse macronutriente que é a principal reserva energética dos seres vivos. Na prática do microscópio caseiro, vocês observaram um exoesqueleto de artrópode e tiveram que apresentar as informações sobre esse polissacarídeo estrutural. Podemos perceber

que os carboidratos possuem na sua composição os monossacarídeos, estes se conectam em ligações glicosídicas, formando os oligossacarídeos e os polissacarídeos.

- Profe, mas quais os átomos que formam esse monossacarídeo? – perguntou Victória.

- Os monossacarídeos podem ser classificados de acordo com a quantidade dos átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio presentes na molécula. Temos então uma das classificações principais, dividindo açúcares entre as pentoses e as hexoses, entre outros.

No grupo das pentoses, temos a desoxirribose, relacionada ao DNA e, a ribose, que compõe o RNA.

Nas hexoses, que são as mais conhecidas, temos a glicose, a galactose e a frutose. A união desses monossacarídeos pode formar as estruturas que chamamos de dissacarídeos: a sacarose, a maltose e a lactose como descrito no quadro.

- Ah tá! Então a lactose é formada pela união glicosídica da glicose com a galactose, certo? – perguntou Matheus.

- Isso mesmo, Matheus. A união dessas moléculas acontece de acordo com o tipo de monossacarídeo da ligação. A mesma coisa acontece com os polissacarídeos, mas a quantidade de monossacarídeos nessas moléculas é muito maior do que nos dissacarídeos. Os polissacarídeos apresentam funções diferentes. Os de reserva são glicogênio, nos animais, e amido, nos vegetais. Os polissacarídeos estruturais são quitina, nos animais, e celulose, nos vegetais.

- Mas, profe, eu queria saber por que usamos os carboidratos como principal fonte de energia? E todas as vezes que vamos fazer alguma atividade física, nutricionistas indicam os carboidratos como principal alimento.

- Os carboidratos são assimilados com facilidade e garantem uma fonte rápida de energia. Tanto que, até onde sabemos, as principais biomoléculas que têm sua digestão iniciada na boca, por meio da saliva, são os carboidratos, em especial o amido, e são absorvidos facilmente, o que garante uma fonte rápida de energia. Lembrando que praticamente todo alimento que ingerimos tem carboidratos em sua composição. Porém, em excesso no organismo, os carboidratos são armazenados na forma de gordura.

- Eu acho que estou comendo muitos carboidratos... – disse Ana Luiza.

Capítulo 3: Reações bioquímicas

OBTENÇÃO DE ENERGIA

- Ei, turma. Bom dia!

- Bom dia, prof.

- Como previsto no nosso cronograma, no mês que vem faremos mais um passeio por BH, em um local que eu amo. Parece um pequeno recanto verde no centro da cidade, o que acaba gerando uma dicotomia: o caos da cidade e a calmaria da natureza. Alguém imagina qual será esse local?

- Acredito que será em algum parque ecológico. – Disse Matheus.

- Vou fazer um suspense quanto ao lugar que visitaremos. Mas espero que vocês estejam preparados para promover a nossa Ação da Saúde. Vocês serão os responsáveis por recolher dados dos participantes para que consigamos realizar a análise metabólica. Vocês foram divididos em grupos para facilitar as tarefas e para que a ação seja concretizada de maneira proveitosa. Para ajudar nas atividades práticas no parque, contratamos quatro estudantes de graduação de áreas afins. A Letícia estuda Nutrição, a Tatiane e a Camila fazem Educação física e a Emile, Enfermagem. Todas elas estudam na UFMG e vão ajudar vocês nas práticas propostas.

- Oi, gente, eu sou a Tatiane.

- E eu sou a Camila. Vamos construir as práticas esportivas para a ação da saúde.

- Olá turma, eu sou a Emile. Na ação da saúde, eu ajudarei o grupo a fazer a verificação dos sinais vitais antes e após as atividades de práticas esportivas.

- E eu sou a Letícia, e juntos montaremos um pequeno cardápio com os nutrientes necessários às práticas esportivas, de forma proveitosa e segura. A alimentação é muito importante para a realização de atividades físicas.

- Então, turma: vocês continuarão com os mesmos grupos das atividades anteriores. E as divisões serão da seguinte forma:

Grupo 1 – Emile: Ana Clara, Ana Luiza e Cecília,

Grupo 2 - Camila: Davi e Herick;

Grupo 3 - Tatiane: Antônio e Miguel;

Grupo 4 - Letícia: Matheus, Victória e Valentina.

- Cada grupo ficará responsável por uma atividade da ação da saúde e terá a ajuda de uma das meninas: elas vão ajudá-los na montagem da atividade e na realização da ação no parque. Cauã e eu já montamos o panfleto que será distribuído nas redes sociais. Vou enviar a vocês, e tentem chamar seus amigos, familiares para participar e ajudar a atividade de vocês. Podem começar a trabalhar!

- E aí, gente, o que vocês pretendem fazer para a ação da saúde? – perguntou Emile.
- Não sei. Eu ainda não entendi direito o que fazer.
- Vocês farão a análise dos dados obtidos com os participantes da ação de saúde. Essas pessoas realizarão atividades físicas e as aferições antes e após os exercícios serão utilizadas para comparar o processo metabólico.
- Começando a compreender. Mas o que você faria, Emile?
- Hahaha, meninas! A Carol me pediu para não interferir – irei apenas ajudar.
- Ah, nem!
- Eu pensei em medir a pressão, os batimentos cardíacos, essas coisas. – Disse Ana Luiza.
- É uma boa, Ana. Assim vocês conseguem realizar as aferições, inclusive após as atividades, e fazer o comparativo.
- Então, vamos montar a nossa tarefa. Temos que entregar para a professora Carol?
- Sim. Ela pediu um plano de ação. Você nos ajuda, Emile?
- Claro, meninas. Estou aqui para isso.

- Camila, como é esse seu curso? Eu queria fazer educação física.
- Nossa, David, é ótimo! Eu sou suspeita para falar, pois eu sempre fui apaixonada por esportes! Mas, agora, vamos tentar planejar a atividade para o dia da ação de saúde?
- Eu pensei em uma corrida e uma caminhada. Minha vó só consegue caminhar. E eu acho que ela vai querer vir, minha velhinha se amarra¹⁸ em parque – disse David.
- Podemos fazer um percurso animado: cada etapa que você passar pelo parque terá um selo e, se você conquistar todos os selos, ganhará o certificado de pessoa saudável e viva. Sei lá.
- Hahaha, David, você é demais! E a ideia é boa! Assim, as pessoas deverão passar por cada ponto do parque delimitado para o trajeto.
- Camila, podemos fazer um mapa com os locais que terão os pontos. Nossa, pensei em um negócio muito legal. Podemos fazer uma charada para cada ponto. Assim, você só chegará ao próximo local se desvendar o mistério: “Desvendando os mistérios da Bioquímica”. Porém, vamos precisar de mais pessoas para ficar em cada ponto. Podemos pedir ao outro grupo para ajudar, e faríamos uma parceria. O Cauã pode ajudar também, já que ele conhece o parque muito bem.
- Meninos! Eu amei! Vamos conversar com a Tatiane e com o Cauã, e ver se eles concordam.

¹⁸ Amarra: gostar muito.

- Tatiane!
- Pode me chamar de Taty.
- Ok, Taty! Você luta Muay Thai?
- Na verdade, eu só treino. Eu não sou lutadora.
- Dá um soco no Antônio, então, pra eu ver!
- Que isso, Miguel? Tá doido? Olha o respeito com o seu colega.
- Eu tô brincando, Taty.
- Foco na nossa tarefa! O que vocês pensaram em realizar como atividade física para o dia da ação?
- Será que podemos ter uma aula de zumba?
- Zumba é ¹⁹cringe, flopado²⁰. Eu pensei em uma aula de Muay Thai. O que você acha Taty? Assim podemos atrair jovens ao invés de somente pessoas mais velhas.
- Realmente a aula de Muay Thai atrai um público diverso. Acredito que será bem interessante. Vou convidar o meu mestre, o professor Marco Antônio. Tenho certeza que ele vai participar. Ele ministra aulas de Taekwondo e Muay thai no Clube de mães e Juventude Feminina do Bairro Petrolândia, onde minha mãe é coordenadora. Podemos convidar os alunos dele para participar, assim teremos ajuda no dia da ação.
- Malado²¹!
- Pode me explicar o que ele disse, Antônio, por favor?
- Ele disse que o evento vai ser da hora, fraga²²?
- Misericórdia! – pensou Taty. - Como a Carol consegue?

- Bom dia, pessoal! – disse Letícia.
- Bom dia, Letícia! – respondeu Victória.
- Letícia, nós vamos ter um lanche especial no dia da ação? – perguntou Valentina.
- HAHAHAHA! A Valentina não tem jeito mesmo! – Disse Matheus sem conter a gargalhada.
- Uai. Eu só quero saber pra gente montar nossa atividade.
- Depende do que vocês estão planejando, Valentina. Qual a ação vocês pretendem realizar no parque?
- Eu pensei em montar um *kit* lanche para antes das atividades físicas, mas seria interessante

¹⁹ Cringe: ultrapassado, antigo

²⁰ Flopado: fracassado, fiasco.

²¹ Malado: muito legal, doido demais.

²² Fraga: sacou?; entendeu?

saber o que os grupos vão fazer. – Disse Victória.

- Gostei, Victória. Vamos montar um lanche saudável e equilibrado, Valentina. Com frutas e alimentos leves para os participantes não terem indigestão.

- Podia ter um lanche antes e um depois. Atividade física dá uma fome danada...

- Pois é, Matheus. Mas vocês devem lembrar da inclusão das biomoléculas que discutiram para garantir o processo informativo da atividade proposta.

- Que tal um panfleto simples e objetivo? Assim, informaremos os tipos de alimentos oferecidos e as informações nutricionais do alimento.

- E, no nosso estande, podemos explicar a função de cada alimento, conforme suas biomoléculas constituintes, e a importância de uma alimentação balanceada antes de atividades físicas.

- Show! Vocês brilharam muito!

- Pode ter ao menos um chocolatinho?

- Tá vendo? Ela não tem jeito...

- Ei, Taty! Deu tudo certo com o seu grupo?

- Camila, bem que a Carol falou que precisaríamos de um dicionário para conversas com esses meninos. – Disse Taty rindo.

- E eu não sei?! Tem momentos em que eu penso que estou falando outra língua. Mas as gírias são engraçadíssimas. Temos que aprender, Taty, pois daqui a pouco estaremos na sala de aula e interagir com eles usando o vocabulário que eles usam será fundamental. A Carol me falou disso, e explicou a importância do estágio. Estar em sala de aula é uma luta diária, os professores têm que ser muito criativos.

- Pois é... Camila, os meninos pensaram em uma aula de Muay Thai para o dia da ação. O que você acha?

- Acho ótimo. E eu vim conversar com você justamente por isso. Os meninos tiveram uma ideia muito boa. Eles pensaram em um circuito animado. Terá uma caminhada pelo parque com alguns pontos estratégicos que os participantes devem passar. E em cada parada, terá uma espécie de charada para que eles possam encontrar o próximo ponto. Eu achei muito interessante, será uma caminhada *gameficada*.

- Camila, adorei a ideia! Podemos fazer a finalização da caminhada no ponto da aula de Muay Thai. Assim, somente quem fizer todo o percurso e descobrir as charadas poderá participar da aula. Tanto que eu pensei em uma aula leve de Muay Thai, principalmente porque será após a caminhada.

- Precisamos ver com o Cauã alguns pontos do parque para realizar cada atividade. Ele conhece

o lugar como a palma da mão. Será perfeito para fazer a conexão do projeto com a ação no parque.

- Ei, garotas!

- Ei, Emile! Ei, Letícia! Como foi com o grupo de vocês?

- Então, está indo tudo muito bem, mas precisamos alinhar alguns assuntos para não termos divergências – disse Letícia.

- Claro. Eu e a Camila estávamos conversando exatamente sobre isso. Os nossos grupos vão trabalhar juntos e acho interessante organizarmos as atividades antes de repassar para a Carol.

- Perfeito. Meninas, eu estou adorando participar desse projeto!

- Eu também amei esse projeto, Emile, e olha que estamos participando de apenas uma etapa. Bem que a Carol falou que trabalhar com elementos do ensino por investigação é super empolgante. Depois vou estudar mais sobre essa ferramenta de ensino.

- Pode ter certeza que eu também. Precisamos de engajamento nas aulas e essa abordagem está mostrando ser possível. Se o governo financiasse mais projetos neste estilo, a educação no Brasil seria de outro nível...

- Boa tarde, meninas, como foram as reuniões? Espero que tenha dado tudo certo, precisamos finalizar o planejamento e iniciar os preparativos.

- Carol, foi fantástico! Nós nos reunimos separadamente com os grupos e depois organizamos em conjunto as atividades propostas por cada um já que elas precisarão estar conectadas para funcionar.

- Vocês pensaram em tudo, hein? Que coisa linda, trabalho em equipe. Reuni as pessoas certas, então!

- Carol, nós precisamos do Cauã para nos repassar algumas informações, e se ele puder se juntar a nós para realizar as atividades, será ótimo.

- Isso é com ele. Cauã, pronto para se engajar ainda mais no projeto?

- Preparado. De que vocês precisam?

- Então, vamos com calma.

A reunião durou um bom tempo, e a cada dia Carol se sentia mais empolgada e realizada com o projeto. Sua execução estava sendo fantástica, principalmente pelo protagonismo de seus estudantes. Estava sendo uma tarefa árdua, mas satisfatória. Eles estavam conseguindo propor ações importantes para o desenvolvimento de todo o processo. Mas ainda faltavam algumas peças do quebra-cabeças para finalizar e Carol ainda estava apreensiva para saber se os objetivos principais seriam alcançados.

(Temos que pensar com clareza e seguir um passo de cada vez, pois sabemos que a caminhada da educação é cheia de percalços e desvios, mas é gratificante saber que os nossos alunos absorveram ao menos um pouco de tudo o que propusemos.)

Um mês depois...

- Bom dia, turma! Como planejado para hoje, visitaremos o Parque Municipal Américo Renné Giannetti, o Parque Municipal, e realizaremos a nossa Ação no parque – a Bioquímica do Corpo. Nosso foco será nas atividades propostas e faremos o nosso melhor. Eu tenho certeza de que dará tudo certo, vocês trabalharam muito e, antes do evento começar, já posso dizer que estou super orgulhosa de como vocês desenvolveram atividades incríveis. Isso me emociona muito! Eu fico superfeliz de ver vocês brilhando. Meninas, Camila, Emile, Taty e Letícia, agradeço a contribuição de cada uma para a realização da ação no parque. Cauã, não posso deixar de agradecer o seu esforço durante todo o projeto. Sem você, nada disso seria possível – disse Carol emocionada. – Mas não deixaremos a peteca cair, bora fazer tudo dar certo nessas dimensões de hoje, o corpo, o parque, a sociedade?

- Boraaaa! – gritaram em coro.

- Cauã, faça as honras de explicar um pouco o local do nosso passeio.

- Bom dia pessoal, é um prazer estar aqui com vocês. A nossa Ação no parque – a Bioquímica do corpo, tem como cenário o Parque Municipal Américo Renné Giannetti, o Parque Municipal. O parque está localizado na região central de Belo Horizonte, e foi inaugurado em 26 de setembro de 1897. É considerado um dos patrimônios ambientais mais antigos de Belo Horizonte, possuindo uma área de 182 mil metros quadrados, considerando o Teatro Francisco Nunes, o Orquidário, o parque de diversões e uma parte do Palácio das Artes. A área possui um conjunto de árvores centenárias e enorme biodiversidade animal, sendo então um espaço destinado à preservação da fauna e da flora no centro da cidade ²³.

- Gente, eu amo este lugar! – falou Carol, baixinho, apenas para seus alunos escutarem. Carol estava superfeliz com a quantidade de pessoas participando da ação. Eles conseguiram reunir 70 pessoas para a atividade. E o grupo estava muito diversificado, com crianças, adolescentes, adultos e idosos.

- Hoje realizaremos diversas atividades. Espero que vocês possam se divertir com tudo o que

²³ <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-municipal-americo-renne-giannetti>

foi preparado!

Cauã estava um pouco nervoso, mas ao mesmo tempo adorando todo esse projeto. Não apenas pela oportunidade de ter uma renda para a família nesse período, mas pelo aprendizado. Ele estava muito feliz de compreender melhor as etapas da bioquímica da vida, de ser guia e comunicador. Na verdade, ele estava super à vontade em tal papel, e considerava tudo aquilo muito importante para o seu futuro curso de graduação, que ele esperava ser Medicina. Nos últimos tempos, Cauã tinha voltado a sonhar com essa ideia, que havia sido esquecida já há algum tempo.

– Então, vocês estão preparados para a aventura?

- Estamos!

- Então, dou a palavra à coordenadora desse projeto, a professora Carol – disse Cauã.

- Bom dia, gente. Que felicidade receber vocês neste lugar que eu amo, o Parque Municipal. Pra mim, é um lugarzinho de felicidade singela dentro da loucura da cidade de Belo Horizonte. Como pode um local no centro da Cidade nos dar essa sensação de calma e tranquilidade? Mistérios da natureza. Mas nós viemos aqui hoje realizar mais uma etapa do projeto “Beagá das dimensões”. Esse projeto está sendo realizado com alunos do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Betim, região metropolitana de Belo Horizonte. A maioria de vocês são pais, amigos e familiares dos alunos participantes, mas é interessante explicar o projeto para outras pessoas presentes. O projeto é uma viagem pela cidade de Belo Horizonte, mostrando aos estudantes uma visão diferente da Bioquímica e das escalas moleculares. Precisamente, nesta etapa, faremos uma ação relacionada aos processos metabólicos no corpo humano. Como o nosso corpo reage a diferentes estímulos? Quais as estruturas moleculares envolvidas nestas reações? Como o nosso corpo consegue obter energia para realizar atividades? Todas essas perguntas serão respondidas durante a nossa atividade de hoje. Iniciaremos com um lanche balanceado, preparado especialmente para a atividade de hoje. A responsável pelo planejamento do *kit* foi a Letícia, aluna de Nutrição, que teve a ajuda de três alunos participantes do projeto, a Valentina, o Matheus e a Victória. Logo em seguida, os senhores responderão a um teste sobre o histórico de vocês. Os estudantes farão algumas perguntas e aferições para darmos continuidade. Essa etapa é muito importante, pois os alunos recolherão os dados e posteriormente os resultados serão divulgados de forma anônima, como identificado no termo de consentimento que os senhores assinaram. Declaro aberta a nossa Ação no parque – a Bioquímica do corpo!

- Uhuuuu!!!!

- Olá, pessoal, bom dia. Meu nome é Letícia, sou estudante de Nutrição e sou a responsável pela nutrição de vocês durante a ação. Vocês receberão um *kit* lanche composto por: uma fruta, uma garrafinha com água de coco ou um suco de frutas natural, uma barrinha de cereais e um sanduíche de frango ou de cenoura, superleve. A Valentina e a Victória vão explicar a importância da alimentação balanceada antes da entrega dos *kits*. Valentina, pode começar.

- Olá, gente! Meu nome é Valentina e explicarei a importância de um lanche leve e equilibrado antes de qualquer atividade física. Qualquer atividade física requer energia. E os alimentos garantem o fornecimento dos nutrientes necessários para a realização dos exercícios. Para a caminhada de hoje, alimentos ricos em carboidratos serão utilizados para garantir a energia rápida que precisamos. Os carboidratos são a principal fonte de energia dos seres vivos, além de possuírem rápida digestão e fácil absorção, o que facilita a sua utilização antes de atividades físicas moderadas.

- Muito bem, Valentina. Victória explicará a alimentação após a atividade.

- Bom dia, pessoal! Após a caminhada e a atividade extra, vocês receberão um segundo *kit* contendo: uma barra de chocolate meio amargo, uma fruta, um trio de pães de queijo, um suco de frutas natural e um pacote de biscoito salgado. A alimentação após a atividade física repõe nutrientes gastos durante a atividade física. Isso é superimportante para promover a recuperação para a próxima atividade. Lembrando que a hidratação deve acontecer concomitantemente à atividade física para garantir um bom desempenho físico e repor a perda hídrica. É por isso que cada um de vocês receberá um *squeeze* personalizado. Em alguns pontos estratégicos, teremos os bebedouros, para a reposição de água na garrafinha. E o mais importante: não esqueçam o protetor solar!

- Retirem os *kits* e dirijam-se ao bloco na enfermagem onde será realizada a sondagem, para reunirmos informações sobre os participantes. Bom passeio!

- Letícia, posso pegar o meu *kit* agora?

- Claro, Valentina, você trabalhou muito e merece repor a energia investida.

- Obrigada! – respondeu Valentina, rindo de orelha a orelha, pois o sanduíche estava maravilhoso. Ela sabia disso pois teve a chance de provar um logo após a sua chegada ao parque.

- Olá, pessoal! O nosso grupo é responsável por realizar a avaliação dos participantes quanto ao sedentarismo e à aptidão física. Para iniciar a ação, faremos perguntas simples, realizaremos a aferição da pressão e a ausculta cardíaca. Todos esses dados estarão na sua ficha de participação. Lembrando que é muito importante realizar a avaliação física com o profissional

especializado²⁴. Tudo bem? - perguntou Emile.

- Tudo bem!

- Ótimo. A avaliação será super-rápida, e para isso temos alguns estudantes de enfermagem que ajudarão nas aferições – continuou Emile.

- Olá, senhora, qual o seu nome? – perguntou Emile, iniciando o questionário.

- Maria da Graça – sou tia da Cecília.

- Que coisa boa, a família participando e prestigiando o trabalho dos meninos! Preciso que a senhora me responda algumas perguntas antes de realizar as aferições. Qual o seu nome completo?

- Maria da Graça Vaz de Araújo.

- Data de nascimento?

- 23 de novembro de 1950.

- Profissão?

- Professora aposentada.

- Estado civil?

- Solteira.

- Fuma ou bebe?

- Nenhum dos dois.

- Alguma medicação em uso?

- Captopril e hidroclorotiazida.

- Histórico familiar de câncer?

- Não.

- Doença cardíaca?

- Sim. Meu pai.

- Alguma cirurgia, internação, fratura?

- Cirurgia de catarata.

- Realiza alguma atividade física?

- Caminhada.

- Qual a frequência?

- Todos os dias.

- Muito bem. Faremos as aferições e a senhora poderá passar para próxima etapa da ação. Seja

²⁴ Profissionais especializados em avaliação física podem ser profissionais da área de saúde como educadores físicos, fisioterapeutas e médicos.

muito bem-vinda e tenha um ótimo passeio.

- Muito obrigada!

- Oi, tia. Bom passeio, eu sei que a senhora vai adorar!

- Já estou adorando, Cissa! – disse a tia, chamando a sobrinha pelo diminutivo do nome. Cecília adorava esse apelido.

- Nossa, Emile. Eu fiquei cansada. São muitas etapas para realizar. Você tem que fazer isso todos os dias? Quantas pessoas você atende por dia? Qual o seu horário de trabalho?

- Nossa, quantas perguntas, haha! Quase não consegui te acompanhar, Cecília. Mas eu ainda estudo, faço estágio. Essas etapas são realizadas pela triagem. Normalmente, nos hospitais, perguntamos sobre o estado do paciente no momento. Sobre essa ficha de avaliação, chamada de anamnese, costuma ser feita pelos profissionais de educação física e fisioterapia. É a partir desse questionário e de outras informações que eles conseguem montar uma ficha de atividade física exclusiva para cada pessoa.

- Mas, então, por que nós fizemos?

- Nós fizemos essa ficha inicial para vocês recolherem os dados do processo final da ação. Assim, vocês conseguem realizar um comparativo para cada indivíduo, pensando nas reações químicas que acontecem no metabolismo. Neste caso, os dados não são precisos, pois precisaríamos de outros resultados, mas já servem para vocês associarem um pouco a função bioquímica dos alimentos ao consumo de energia.

- É muita coisa, né?! Que difícil!

- Mas vocês estão dando conta. Fizeram tudo direitinho!

- Obrigada!

- Preparados? – Disse Carol.

- Simm!

- A atividade mais esperada começa agora. Cada um de vocês recebeu um mapa do parque e dos pontos de parada. Na parte posterior do mapa, há um espaço reservado para os selos conquistados em cada ponto estratégico do parque. Vocês devem chegar ao próximo ponto e responder à charada bioquímica. Serão perguntas simples e, dependendo da resposta, os senhores receberão selos com diferentes pontuações. Ao final de todo o trajeto, os 10 participantes que obtiverem a maior pontuação serão premiados com um *kit* contendo um fone de ouvido, uma camisa, e uma agenda personalizada. Se houver empate, alguns critérios serão utilizados para o desempate. O primeiro critério é a quantidade de selos de três pontos, seguido

pela maior quantidade de selos de dois pontos e, por último, pela quantidade de selos de um ponto. Todos aqueles que preencherem todo o mapa receberão um brinde exclusivo do projeto e o passaporte para a aula de Muay Thai.

- O ponto de início da caminhada está indicado no mapa como largada. Cada um dos pontos de parada está indicado no mapa. Mais uma vez, obrigado pela presença e que comece a diversão!

– finalizou Cauã.

- Primmmm!!! (som de apito)

- Aaanda, Sebastião, que vou deixar você pra trás!

- Calma, Marly, meu joelho não tá bom! Você sabe disso!

- Eu sei, mas eu também sei que você não fez nada para resolver essa dor. Tá vendo como é importante fazer a fisioterapia? O problema é que você nunca termina nada. Eu estou ótima, justamente porque faço exercício todo dia.

- Ô, mulher chata - disse Sebastião, baixinho, quase inaudível.

- Falou alguma coisa, Sebastião?

- Não disse nada! – Na maioria das vezes é melhor não discutir. – Chegamos! – respirou aliviado Sebastião, por ter mudado o foco da conversa.

- Olá, rapaz, qual a charada? – perguntou Sebastião a Antônio.

- Bom dia, senhor! A primeira charada é: quais dos alimentos disponíveis na imagem contêm, majoritariamente, aminoácidos na sua composição? – Antônio mostrou um cartaz contendo a imagem de alguns alimentos, como carne, leite, frutas, manteiga e mel.

- Aminoácidos? – perguntou Sebastião, surpreso.

- É, Sebastião. Quais possuem aminoácidos?

- E eu lá sei o que são aminoácidos! Esse povo está fazendo essas perguntas difíceis para que ninguém ganhe o prêmio. Sabia que esse trem não era boa coisa.

- Peço desculpas por esse velho rabugento, viu, meu filho... Eu sei que aminoácido forma proteína. Seria, então, carne?

- Sim, senhora, está correto! Vocês conquistaram o primeiro selo da caminhada. Bom passeio.

- Muito obrigada! Vamos, Sebastião!

- Eu acho que vou ficar aqui, conversando com esse garoto.

- Ahhhh, mas não vai mesmo! Você vai continuar o passeio comigo!

- Tá bom! – Pra que que eu fui aceitar fazer essa caminhada?, pensou Sebastião, imaginando-se sentado em sua poltrona assistindo à televisão.

- Vamos mais rápido, mãe. Eu quero ser a primeira a chegar ao segundo ponto. Aquele casal está muito próximo, e precisamos nos distanciar- disse Fabiana à sua mãe, Divina.
- Calma, Fabiana. É uma caminhada, e não uma corrida. Eu estou aproveitando cada espacinho do parque, há muito tempo eu não vinha aqui. Este lugar me traz muitas lembranças da minha juventude – lembrou Divina.
- Pelo amor de Deus, mãe! Foco na caminhada!
- Eu ainda não vi o Miguel.
- Ele me disse que estaria no ponto 5 do trajeto da caminhada, então ainda faltam três paradas.
- Ali. Parece que estou vendo uma bandeirinha azul semelhante à bandeira vermelha do primeiro ponto.
- Anda mais rápido, mãe! Estamos na frente e pretendo continuar.
- Olá, bom dia. Como está o passeio? – perguntou Herick.
- Está indo muito bem. Pode ser um pouco mais rápido?
- Claro. Desculpe. A charada é: qual seria o melhor alimento para fornecer energia rápida: um prato de macarrão ou um bife grelhado? – perguntou Herick.
- Mãe, responde!
- Eu não sei a resposta.
- Você que cozinha melhor, deveria saber!.
- Deixa de ser besta, menina!
- Nossa, mãe. Eu vou pensar, calma.
- Olá, bom dia! Como está o passeio?
- Está ótimo, obrigada por perguntar – respondeu Alessandra.
- Qual é a charada? – perguntou Fernando, marido de Alessandra.
- A charada é: Qual seria o melhor alimento para fornecer energia rápida: uma fatia de pão ou um punhado de castanhas do Pará? – perguntou Herick.
- Neste caso, seria uma fatia de pão, pois o pão é composto, em sua maior parte, de carboidratos e estes são rapidamente assimilados pelo organismo – respondeu Fernando.
- Acertaram, muito obrigada pela participação! Aqui está o selo da segunda etapa da caminhada. Bom passeio!
- Obrigada! – respondeu Alessandra.

Fabiana e sua mãe ficaram incrédulas com a rapidez que eles responderam a charada. Bem que sua mãe avisou para não parar os estudos apenas por capricho, ela se sentiu um pouco triste naquele momento. Mas se lembrou de uma conversa com o seu filho Miguel no dia que estava

fazendo um bolo.

(Relembrando a história)

- Oi, mãe. O que você está fazendo?

- Seu pai vai trazer sua avó para tomar um café da tarde. Ela ficou bem triste desde a morte de seu avô. Ela está se sentindo muito sozinha, e seu pai está preocupado. Todo filho deve se preocupar com a mãe, Miguel, e siga o exemplo de seu pai.

- Mas eu me preocupo, mãe. Todo dia eu penso como a senhora é sortuda em ter um filho tão lindo, inteligente e esperto.

- Ahh, tá! Sei...

- Mãe, o bolo é de que? Eu aprendi a fazer um bolo naquela aula prática no Mercado Central, lembra?

- Claro, você ficou bem feliz com o resultado. Você está gostando de estudar, meu filho?

- De estudar não, mas eu estou gostando de aprender essas coisas de Bioquímica. O bolo é de que, mãe?

- Bolo de cenoura. Sua avó adora.

- E o que você vai usar para dar liga mãe?

- Liga?

- É. Para unir as moléculas do bolo.

- Para com isso menino, não estou entendendo nada do que você está falando.

- Estou falando de ovo, mãe. Você vai usar ovo? O ovo tem uma grande quantidade de proteínas e lipídios que possuem a função estrutural, em algumas situações. E a farinha de trigo, é composta de carboidratos. Essas moléculas são as principais fontes de nutrientes que possuímos.

- Você aprendeu tudo naquela aula fazendo bolo?

- Foi. A prática foi malada!

- Eu achei que era só pra encher linguiça²⁵, mas estou percebendo que você está aprendendo de verdade. Eu nunca vi você tão empolgado com alguma aula desta forma. Estou impressionada...

- Já sei! O macarrão é feito de trigo, e o trigo têm carboidratos. O participante anterior disse que os carboidratos são fontes rápidas de energia, então, a resposta correta seria: o macarrão! –

²⁵ Encher linguiça: estender um assunto sem importância. Enrolar.

respondeu, como em um estalo, a mãe de Miguel, Fabiana.

- Acertou! Parabéns, continue até a próxima etapa para conquistar o próximo selo da caminhada.

- Obrigada! – eu acho que estou gostando disso, pensou Fabiana.

- Ei, Cauã! Venha conhecer a minha mãe, Fabiana, e minha avó, Divina. Decidiu participar da caminhada? – Perguntou Miguel a Cauã, surpreso pela sua participação na caminhada.

- Olá, senhoras! Meu nome é Cauã e sou o guia do projeto de que o Miguel participa. Sim, Miguel, minha mãe queria muito vir, então eu a trouxe juntamente com os meus irmãos para este passeio. Aproveitei que só voltarei a ter participações no final e, estou fazendo a caminhada com eles.

- Legal! Bom dia, Dona Sônia!

- Bom dia! Pode dizer a charada?

- Sim, claro! Qual o tipo de biomolécula que tem como uma das suas funções o auxílio à manutenção da temperatura corporal?

- Seria a gordura? – a mãe de Cauã respondeu com uma pergunta.

- Sim, acertou! O selo da terceira etapa é o da cor verde, vejo que vocês já preencheram três dos cinco. Tenham um bom passeio!

- Obrigada!

- Obrigado, Miguel!

- Tchau, meu filho, temos que ir andando! Já deixamos aquele casal passar na nossa frente e, se demormos, pode ser que esse grupo também passe – disse Fabiana apreensiva e com pressa.

- Calma, mãe! Vocês têm chance de ganhar o prêmio!

- Não é só pelo prêmio. Eu quero ter a sensação da vitória, é diferente.

- E sua mãe não me deixa ver a paisagem direito, fica me arrastando pelo caminho.

- Mãeee, vamos!

- Já vou. Tchau, Miguel!

- Benção, vó!

- Olha, Lucas! Eu nem lembrava que tinha barcos no Parque Municipal!

- Será que estamos muito longe do próximo ponto? Estou um pouco cansado...

- Quer fazer uma parada? Não estou tão preocupada com o prêmio, eu só queria sair um pouco de casa.

- Eu acho melhor parar só um pouco. Eu sei que estou fazendo caminhada todos os dias, mas hoje está um pouco abafado. Não deveria ter parado com a “peladinha” em dia de domingo.

- Misericórdia! Ainda bem que você parou, ser atleta de final de semana não estava ajudando.

Esqueceu que o nível dos seus triglicérides estava nas alturas? Se não tivesse feito aquele cateterismo, pode ser que você não estaria aqui agora. Então faça a sua caminhada com tranquilidade pois eu não estou com pressa.

- O pior de ter feito o cateterismo é saber que eu não posso comer aquele churrasco, com aquela gordurinha!

- Lucas, você está se alimentando muito bem, vamos manter assim.

- Ah, já estamos próximo ao quarto ponto, estou vendo a bandeirinha amarela de indicação.

- Ufa!

- Olá, senhor Lucas, tudo bem? Bom dia, senhora Ana Paula.

- Olá, Davi! Tudo bem?

- Sim, senhora. Como está o passeio?

- O Lucas está um pouco cansado, mas ele está indo muito bem. O médico já havia liberado as caminhadas leves.

- O senhor precisa se sentar? Quer que eu peça alguém para buscá-lo?

- Não há necessidade, Davi. Estou bem, nunca estive melhor. Hoje está um dia abafado, por isso a minha transpiração aumentou.

- Vou pedir as meninas da enfermagem para avaliarem o senhor. Só um momento. – Davi pegou o telefone e discou rapidamente – Emile, um participante precisa de uma avaliação rápida. – Sim, vamos aguardar.

- Ela já está vindo.

- Não precisava, Davi. Estou bem mesmo.

- Não custa nada confirmar, senhor Lucas.

- Verdade.

- Gostariam de ir respondendo a charada?

- Sim, por favor.

- Qual alimento aumenta os riscos de entupimento de artérias e veias: margarina ou azeite?

- Essa eu sei, passamos o último ano pesquisando sobre colesterol e triglicérides: margarina, respondeu Ana Paula.

- Isso mesmo, senhora Ana Paula. O selo amarelo indica que vocês estão próximos da última etapa do passeio.

- Olá Davi. Quem precisa de avaliação? – perguntou Emile, chegando ao local rapidamente.

- Emile, esse é o pai da Ana Clara, senhor Lucas. Ele é quem precisa de avaliação.

- Olá, senhor Lucas, tudo bem?

- Olá. Sim, está tudo bem. Foi somente o calor que me deixou um pouco indisposto.

- O dia está bem quente. O senhor bebeu água hoje?
- Sim, mas talvez não o suficiente.
- Vamos aferir a pressão primeiro. Depois, o senhor se hidrata.
- Tudo bem.
- A pressão está boa, senhor Lucas. Pode ser apenas cansaço causado pelo excesso de calor e a desidratação. Lembre-se que a ingestão de água é superimportante durante a realização de atividades físicas, ainda mais em períodos mais quentes.
- Eu lembro dessa parte da aula de Biologia sobre a água. A água é uma substância que ajuda no controle da temperatura corporal. Fizemos até um experimento sobre a capacidade térmica da água, e por ter alto calor específico a água contribui com a homeotermia.
- Isso mesmo, Davi. As aulas de Bioquímica têm funcionado mesmo, hein? Bom, tudo certo então, senhor Lucas. Se o senhor se sentir melhor, não vejo nenhum empecilho para continuar a caminhada.
- Muito obrigado, vou continuar. Estou bem, sério!

- Mãe, estamos chegando em primeiro. Eu não acredito que aquele casal parou para tirar fotos.
- Não tem ninguém preocupado em chegar em primeiro, Fabiana. Na verdade, você é a única desesperada!
- Vamos chegar em primeiro! Olha, já estou vendo a bandeirinha vermelha. Vamos apressar o passo!
- Vai andando na frente, então. Vou com calma, estou um pouco cansada.
- Não, mãe, nós vamos chegar juntas! Eu vou desacelerar.

- Olá! As senhoras foram as primeiras a alcançar a posição final da caminhada. Mas para conquistar o selo final é necessário responder a última charada!
- Estamos prontas!
- As proteínas possuem diversas funções, dentre elas temos a função hormonal. A insulina é uma proteína que participa do controle no sangue de um carboidrato muito importante para o nosso metabolismo. Qual seria esse carboidrato?
- Bom, eu sei que a insulina tem algo a ver com a diabetes. Meu pai tem diabetes do tipo 1 e ele faz uso da insulina diariamente. Outra coisa é que ele tem uma desregulação no nível de glicose no sangue. Então a resposta é: GLICOSE! Eu sei isso! – respondeu Fabiana, eufórica, por ter conseguido responder a pergunta somente com seus conhecimentos acerca do cotidiano.
- Parabéns, as senhoras conquistaram todos os selos do mapa da ação da saúde – a bioquímica

do corpo. Como as senhoras totalizaram 15 pontos, isso indica que todos os selos conquistados forma da pontuação máxima de três pontos!

- Mãe, ganhamos! Vou mandar uma mensagem para o Miguel!

- Olá pessoal, meu nome é Marco Antônio. Hoje teremos um aperitivo das aulas de Muay Thai que são ministradas no Clube de Mãe e Juventude Feminina do bairro Petrolândia, que fica na cidade de Contagem. O clube de mães é uma associação sem fins lucrativos que tem como objetivo a realização de atividades que enaltecem a mulher em todas as suas virtudes. Cobramos apenas um valor social para as aulas e temos também aulas de Taekwondo, uma arte marcial de defesa sul-coreana. As artes marciais, além de proporcionar a autodefesa, tem princípios que possibilitam ao praticante adquirir o equilíbrio entre o corpo e a mente. Vocês estão prontos para começar?

- Sim, estamos.

- Nossa, Marco. A aula foi boa, mas parece que os meus músculos estão ardendo –disse Valentina, respirando fundo.

- A dor, Valentina, neste caso, é causada por microlesões que acometem as fibras musculares durante a contração muscular. Ao se regenerar, essas fibras aumentam o volume causando a hipertrofia, que acontece pela hiperplasia, aumento da síntese de fibras. Todo esse processo bioquímico é causado pela quebra da glicose com a baixa disponibilidade do oxigênio no meio, por uma via anaeróbica chamada de fermentação láctica.

- Nossa, Marco, eu gostei muito da aula! Pretendo continuar com os treinos de Muay Thai.

- Você se saiu muito bem, Cauã! Seu chute é certo, forte e sua envergadura é muito boa. Com mais treino, acredito que você se desenvolverá muito.

- Obrigado, professor! – respondeu Cauã – Eu estou precisando de atividades físicas com mais regularidade, tenho apenas jogado bola aos finais de semana.

- Vamos então trabalhar o corpo e a mente, e lhe espero para treinar. Carol, estou encantado com o seu projeto. Sempre que precisar, estarei disponível!

- Muito obrigada, professor Marco! Vamos realizar mais parcerias como essa, temos muito o que pensar para a nossa comunidade.

REAÇÕES E METABOLISMO

- Bom dia turma. Conseguiram reunir todos os dados para fazermos a análise dos resultados?
- Sim, profe.
- Então, vamos começar. Para facilitar, vamos fazer primeiro o estudo de um dos participantes da ação. Como o Cauã está presente em todas as etapas, utilizaremos a ficha cadastral dele para compreendermos como funciona o processo metabólico a partir dos dados que coletamos. Tudo bem pra você, Cauã?
- Claro, Carol, estou aqui para ajudar.
- Vamos começar olhando os resultados iniciais do Cauã. Quais informações vocês acreditam ser relevantes para a análise?
- Profe, primeiro eu acho importante medir a pressão do Cauã antes da realização das atividades. Quando fizemos um comparativo, percebemos que houve aumento da pressão arterial durante o exercício. Teve um aumento também no número de batimentos cardíacos por minuto do Cauã.
- Mas por que isso ocorreu? Precisamos entender como a atividade metabólica celular interfere tanto na pressão quanto nos batimentos cardíacos.
- Profe, a pressão não está relacionada ao transporte de nutrientes para as células? Então, eu acredito que durante a atividade física o Cauã estava gastando energia. Ao gastar energia, o corpo teve que aumentar a velocidade com que distribui nutrientes para as células, inclusive o oxigênio, senão algumas células iam acabar morrendo pela falta de nutrientes.
- Profe, ao transportar nutrientes, imagino que o corpo utilize parte das biomoléculas como fonte de energia. Eu só sei que a alimentação foi importante nesse processo. Tanto que, antes da atividade todos nós comemos carboidrato, pois ele é, em geral, digerido e absorvido rápido.
- Vocês estão indo muito bem. Continuem, alguém tem mais algo a acrescentar?
- Profe, eu pensei o seguinte: se o Cauã teve que se alimentar um período antes da atividade física, o alimento obtido, no caso o carboidrato, é que dá o combustível para ele. Eu li algo sobre catabolismo e anabolismo. Mas eu ainda não entendi como isso funciona. Neste caso, o carboidrato obtido da alimentação teria que passar por qual processo?
- Vocês é que vão responder. Vamos pensar o seguinte: anabolismo é o processo de construção de moléculas complexas, mas seriam necessárias moléculas simples para esse processo, e o catabolismo é a quebra de compostos complexos em estruturas simples. Sabendo destes conceitos, o que vocês pensam sobre as reações do metabolismo energético no caso do Cauã?
- Eu acho que o alimento, ao passar pelo trato gastrointestinal, sofre reações do catabolismo. Ao comer o carboidrato, reduzimos cada molécula do polissacarídeo presente no pão, por exemplo, nos seus monômeros – os monossacarídeos, neste caso a glicose. E como o carboidrato, em geral, é catabolizado rapidamente, ele é facilmente absorvido e utilizado para a produção de

energia.

- Muito bem, Matheus! Você compreendeu bem uma parte importante do processo metabólico. Vou só completar com uma informação: se o gasto energético for menor que a ingestão de energia na forma de nutrientes, o corpo armazena essa energia, por exemplo, na forma de gordura ou carboidratos de armazenamento, como o glicogênio. Aí, estamos falando de anabolismo.

- Então, nós comemos moléculas grandes, quebramos essas moléculas em pequenos pedaços e depois construímos moléculas grandes de novo? Isso não faz sentido.

- Por que não faz, Davi? Pense com calma. Nós conseguimos absorver o alimento sem passar pelo nosso processo digestivo?

- Não sei! Meu tio uma vez ficou com um tubo conectado pelo nariz. E os médicos falavam de alimentação por sonda. Dá para comer pelo nariz? Mas o nariz não é para respirar? Putz, não estou entendendo mais nada.

- Davi, o nome completo dessa sonda é sonda nasogástrica, pois é inserida no nariz, passa pela faringe, pelo esôfago e chega ao estômago. O paciente, que não está podendo mastigar e comer de forma independente, recebe o alimento e obtém a nutrição necessária para a absorção, que acontece no intestino delgado.

- Então, a pessoa que não consegue comer pode receber a nutrição por sonda?

- Sim, em alguns casos. Existem restrições quanto a esse procedimento.

- Acho que entendi.

- Profe, posso completar?

- Claro, Cecília.

- A alimentação, então, está ligada diretamente ao processo de catabolismo. Neste caso, a digestão dos alimentos leva à quebra das moléculas complexas em outras mais simples. Essas moléculas simples são absorvidas pelo intestino. E eu lembro de algo sobre as microvilosidades no intestino, que aumentam a área de absorção dos nutrientes. Ao serem absorvidas, as moléculas são transportadas pelo sangue até as células. Nas células, essas moléculas simples podem fornecer energia aos nossos processo ou, se estiver “sobrando”, os nutrientes absorvidos são utilizados para a construção de moléculas complexas. Certo?

- Certíssimo! Vocês estão dando um show!

- Carol, posso fazer uma pergunta?

- Claro, Cauã.

- Eu queria saber sobre essa produção de energia. Em que local da célula ela acontece? E acontece em todas as células? Pois eu sei que existem diferentes tipos de células.

- Muito boa pergunta, Cauã. Gostaria que vocês respondessem essa pergunta do Cauã. Alguém poderia responder?
- Profe, eu sei que a nossa moeda energética é o ATP. E ela é muito produzida nas mitocôndrias. Também sei que quase todas as células possuem mitocôndrias, mas algumas células, por serem mais ativas, precisam de uma quantidade maior de ATP.
- Muito bem, Matheus! Esse menino nunca decepciona! Só lembrando que a produção de ATP inicia-se no citoplasma das células, com o processo da glicólise.
- Mas, profe, eu queria saber por que nós tivemos que aferir a pressão, auscultar o coração? Eu aprendi esse termo com a Emile e adorei. Auscultar. Lindo!
- Hahaha! Que coisa boa, Ana Clara! Percebi que vocês foram muito além dos processos metabólicos. Eu quero que vocês me expliquem qual a necessidade de se investigar esses fatores antes e depois das atividades físicas.
- Profe, seria para perceber as diferenças do tempo das atividades metabólicas? Porque, mesmo quando não estamos realizando atividades físicas, nós continuamos com os processos de catabolismo e anabolismo. Porém, ao realizar uma atividade física, temos um aumento da atividade catabólica. E, por conta de tudo isso, é por isso que a alimentação é importante nesse processo e, ela deve ser balanceada.
- Isso mesmo, Victória. Durante as atividades físicas, há um aumento da demanda por energia, o que faz com o que as reações catabólicas se sobreponham sobre as anabólicas. A alimentação é importante nesse processo, pois fornece substrato para essas reações catabólicas. Ela deve ser balanceada pois a energia que fornecemos ao organismo deve ser compatível com as suas demandas energéticas.
- Profe, eu penso no tipo de biomolécula que devemos ingerir antes das atividades físicas. Se ao invés de carboidratos eu fizesse a ingestão de proteínas eu conseguiria o mesmo resultado?
- Alguém pode me responder?
- Eu só sei que quando eu como muita carne, eu fico empanturrada três dias.
- E qual a conclusão podemos tirar desta situação?
- Parece que as proteínas demoram a serem metabolizadas quando comparamos aos carboidratos. Por isso, a sensação de estar lotado, dura mais tempo quando ingerimos proteínas. Assim, antes de uma atividade física, não seria desejável comer algo que não será imediatamente assimilado para obter energia.
- De modo geral, a maior parte das modalidades esportiva realmente se beneficia de carboidratos de absorção rápida imediatamente antes do treino. Mas esse assunto é complexo e depende muito da intensidade, da duração e da modalidade do exercício praticado. Em geral, ainda

consideramos os carboidratos como macromoléculas de rápida absorção.

- Nossa, me lembrei de algo: o médico disse a minha mãe que ela deveria realizar uma alimentação balanceada e equilibrada, incluindo vegetais e fibras, para conseguir perder peso pois, comendo somente carboidratos, temos fome o dia todo e não sacia. Já com proteínas, vegetais, fibras e outros, conseguimos nos manter mais tempo satisfeitos. Como tudo faz sentido agora!

- Pessoal, vocês brilharam muito. Estou superfeliz com o resultado das discussões. Agora, preciso que todos vocês escrevam um relatório final da prática. O Cauã está entregando a vocês o roteiro, com a pergunta norteadora: “Como a alimentação influencia o processo metabólico antes da realização de atividades físicas?”

- Ah nem, profe.... Precisa disso, não. Estava bom demais para ser verdade...

METABOLISMO DAS PROTEÍNAS

- Bom dia, turma. Como foi o final de semana?

- Uai, prof. Foi “lombrado”. Eu fiquei o domingo inteiro escrevendo aquele relatório. Era coisa demais.

- Davi, nem era tanta coisa assim. O problema é que na maioria das vezes vocês deixam tudo para a última hora.

- Pra que fazer agora o que você pode fazer semana que vem? – disse Antônio.

- Até você, Antônio? Agora eu vi! Mas não se preocupem, eu tenho mais tarefas para vocês.

- Faz isso não, prof. Dá uma aula livre hoje. Por favor – implorou Ana Luiza.

- Claro! Vamos ter aula livre de Biologia. Vocês ficarão livres para fazer um mapa mental sobre o metabolismo das proteínas. Existe aula mais livre que essa?

- Aff. Eu e minha boca grande!

- Então, essa aula será a diagnóstica relacionada ao metabolismo das proteínas. A diagnóstica é um tipo de atividade que consiste em compreender os conhecimentos prévios de vocês, é necessário para as nossas próximas ações. E no final da semana iremos realizar algumas práticas no laboratório da escola. Semana que vem teremos a última aula em campo.

- A última, profe? Nossa! Estava acostumada com as aulas nesse formato.

- Pois é Valentina. Estamos na reta final do nosso projeto. Agora, sem enrolação: bora trabalhar!

- Eu não sei pra que tanta empolgação com mapa mental, esse treco é muito chato!

- Eu ouvi, Valentina!

- Profe, não precisa de diagnóstico. Eu já resolvo o seu problema, eu não sei nada.

- Pronto! Eu estou quase convencida de que eu também não sei!

- Tá vendo? Ninguém sabe, vamos pra casa assistir seriado e comer pipoca doce.

Carol somente revirou os olhos nesse momento. Engraçado! Tenho feito muito isso. Por que será?

- Terminaram? Vamos discutir os pontos descritos por vocês. Vamos fazer da seguinte maneira, eu faço um sorteio com os nomes, o sorteado apresenta e depois escolhe quem será o próximo. Você também participará, Cauã.

- Eu? Mas eu nem fiz mapa mental, Carol!

- Sim, senhor. Você participará. Lembra que tudo isso começou por sua causa? Você vai simplesmente dizer o que você sabe sobre o metabolismo das proteínas. E, pelo menos, você não disse que não sabe de nada, e isso já é uma vitória.

- Tudo bem... Eu posso tentar, mas não vou prometer que me sairei bem.

- Eu sei que vai! Vamos começar. O primeiro nome sorteado foi o...Davi!

- Lombrou. Pô, fessora, mó “xaina”!²⁶ Eu fiz um negócio aqui, mas não sei se está certo.

- Pode falar, Davi. Descreva um tópico do seu mapa mental.

- Eu coloquei que o processo metabólico inicia com o catabolismo das proteínas no processo digestório. Isso libera aminoácidos pela quebra das ligações peptídicas.

- Ótimo, Davi! Isso mesmo, você entendeu o processo. Escolha o próximo.

- Miguel.

- Caraca, Davi. Mó traíra.

- Miguel, sua hora chegaria em algum momento.

- Tô ligado,²⁷ fessora. Eu coloquei alimentação. O processo do metabolismo das proteínas começa com a ingestão de alimentos contendo proteínas como carnes, peixes e ovos.

- Foi semelhante ao descrito pelo Davi. Indique outro tópico.

- Síntese de proteínas. Os aminoácidos se ligam formando proteínas.

- Muito bem. Vocês acreditam que esse processo acontece em qual parte do nosso corpo?

Silêncio...

- Carol, eu sei que acontece nas células. Pelo que eu me lembro, acontece em uma estrutura específica, mas não sei o nome.

- Ótimo, Cauã. Turma, alguém sabe quem é responsável por realizar a síntese de proteínas?

²⁶ Xaina: Coisa ruim, não presta.

²⁷ Tô ligado: Estou sabendo. Sei.

- Ribossomos, professora.
- Correto, Matheus. Os ribossomos são estruturas cuja principal função é a síntese proteica. Miguel, escolha o próximo.
- Eu escolho a Ana Luiza.
- Aff. Tá bom. Profe, eu coloquei em relação ao DNA. O DNA determina qual a sequência de aminoácidos para a produção de uma proteína. Eu escolho a Cecília.
- Calma, Ana. Nem fizemos comentários sobre o seu tópico. E o seu tópico é superimportante para entendermos as dimensões das biomoléculas. Assim podemos fazer a relação com as etapas anteriores. Vocês tiveram que perceber as perspectivas na lagoa da Pampulha visualizando as diferenças entre as fotografias tiradas de um ponto do mirante e das fotografias próximas ao Mineirão. No Parque das Mangabeiras, vocês recolheram amostras e utilizaram o microscópio caseiro para aumentar a imagem e enxergar pontos não vistos a olho nu. No Mercado Central, vocês produziram um bolo entendendo as funções de cada biomolécula utilizada a partir dos ingredientes que as continham. E, por último, no Parque Municipal, tiveram que fazer os relatórios dos participantes da ação da saúde para compreenderem os processos de anabolismo e catabolismo no contexto do metabolismo energético. Foram muitas atividades que acabaram convergindo para um ponto principal: compreender a Bioquímica em nosso cotidiano e sua relação com outras dimensões do nosso entorno. Assim, vocês podem perceber que uma estrutura submicroscópica forma as estruturas microscópicas e, por conseguinte, as macroscópicas. Vocês estão entendendo a evolução dos estudos da Bioquímica que conseguiram alcançar com essas etapas e que, dependendo do ponto de vista, podem ser tão diferentes?
- Nossa, profe, de verdade, eu entendi muita coisa. A minha mãe tinha um problema sério com a ingestão de alimentos com leite e, após as aulas, eu fui entender o que seria a intolerância à lactose. Está relacionada à falta de uma enzima, lactase, que digere a lactose. Comecei a ver que nós conseguimos relacionar o que estudamos com o que vivemos no dia a dia.
- Perfeita colocação, Ana Clara. Tudo o que nós vivemos no nosso cotidiano é que promove o questionamento para compreender cada etapa das Ciências. É o processo do método científico e nós estamos usando ferramentas desse método nas nossas aulas. Cauã, em relação à síntese de proteínas, você percebeu alguma conexão com o seu cotidiano?
- Carol, eu não sei se tem relação, mas o meu pai morreu com Alzheimer. E pelo que o médico disse na época, pode ser genético. Percebi então que o DNA é que carrega a informação da predisposição de desenvolver Alzheimer, seria isso?
- Cauã, muito interessante, mas você foi muito longe com a relação. Precisamos pensar em

estruturas anteriores à predisposição genética para compreender o processo. Pense inicialmente em como podemos promover essa reflexão do DNA, para depois chegarmos à Doença de Alzheimer. Nossa aula está no fim, vamos continuar as nossas discussões na próxima aula.

- Carol, eu me interessei muito pelo assunto, posso participar das outras aulas também?

- Mas é claro, Cauã. Então faça o seguinte: construa o seu mapa mental para condensar as informações sobre o metabolismo das proteínas. Nos vemos na quarta. Beijos.

- Cecília, fale novamente sobre o processo de síntese de proteínas descrito no seu mapa mental.

- Então, profe, eu coloquei que a síntese de proteínas inicia no núcleo celular a partir da sequência de nucleotídeos e cada nucleotídeo contém, em sua constituição, uma base nitrogenada. O conjunto de três desses corresponde à informação para um aminoácido. Esse código determina a sequência de aminoácidos utilizados para a produção de uma proteína. Se faltar um aminoácido, a produção da proteína específica pode ficar prejudicada.

- Fantástico! Essa descrição contribui para a compreensão da necessidade da alimentação variada. Alguém descreveu algo sobre esses aminoácidos?

- Profe, eu coloquei sobre os aminoácidos essenciais e os não essenciais. Seria isso?

- Valentina, você consultou algum material para construir o seu mapa mental?

- Sim, profe. Algum problema?

- Lembra que falamos sobre as diagnósticas serem de acordo com os conhecimentos que vocês possuem sobre o tema?

- Ah, profe, desculpa... Mas a maioria consultou o livro didático, nós nem lembrávamos que não podia olhar.

- Enfim, agora já não adianta. Pode continuar a sua descrição sobre os aminoácidos.

- Bom, aminoácidos essenciais são aqueles que precisamos obter na alimentação, não conseguimos produzi-los naturalmente. Já os não essenciais são aqueles produzidos pelo nosso organismo a partir de intermediários do metabolismo energético.

- Isso quer dizer que temos que obter aminoácidos do processo de catabolismo para realizar o processo de anabolismo das proteínas, professora?

- Isso mesmo, Matheus. O tempo todo o nosso metabolismo realiza esses dois caminhos contrários e relacionados à síntese e degradação das proteínas. Alguma dúvida? Alguma pergunta?

Silêncio como sempre...

- Como não temos dúvidas, vocês vão fazer esse questionário sobre o sistema nervoso. Que será

a nossa próxima aula na sexta. Não faltem, pois essa etapa será muito importante para nossa saída de campo. Cauã, prepare-se como sempre.

- Pode deixar Carol, farei o meu melhor.

- Eu sei que vai!

Capítulo 4: Bioquímica do Sistema nervoso

DO QUE É FORMADO O SISTEMA NERVOSO?

- Olá, moçada! Hoje teremos um estudo sobre o sistema nervoso. Para darmos um rumo às nossas discussões, teremos uma pergunta base: “quais os níveis hierárquicos de organização do sistema nervoso?”. A nossa atividade de hoje será da seguinte maneira: na mesa existem alguns cartões brancos e pincéis coloridos. Cada um de vocês deverá escrever nos cartões ao menos três estruturas que formam o sistema nervoso. Após a escrita dos cartões, vocês deverão agrupá-los por nível de hierarquia, apresentando a sequência de organização do sistema nervoso. Entenderam?

- Profe, achei meio confuso. Eu não entendi.

- Vou explicar de outra maneira. Vocês deverão escrever em alguns cartões o nome de uma estrutura presente no sistema nervoso. Exemplo: Cérebro. Depois da escrita, vocês irão formar conjuntos de estruturas que fazem parte do mesmo nível hierárquico, sempre levando em conta as dimensões. O cérebro pode ser agrupado junto ao cerebelo, por exemplo. Pois os dois são estruturas macroscópicas e fazem parte do sistema nervoso. Se tivesse outra estrutura, como por exemplo células da glia, elas deveriam ser agrupadas em outro grupo, pois apresentam dimensões microscópicas. Vocês estão livres para usar a melhor estratégia para a atividade. E no final, vocês terão essas cartolinas para usar na colagem de acordo com as divisões.

- Entendi, profe. Será em grupo?

- Sim, façam trios e duplas, contando com o Cauã. Ele irá participar ativamente dessa atividade. Bom trabalho, quaisquer dúvidas, estou aqui.

- Vamos começar as discussões neste momento. Vocês tiveram tempo suficiente para escrever os cartões e agrupar as estruturas. Vamos sortear apenas um grupo para apresentar e os outros irão fixar os seus cartazes no mural. Alguma objeção?

- Não, profe.

- Neste caso, o grupo sorteado é o grupo 2: Cauã, Antônio e Miguel. O que vocês fizeram?

- Quando iniciamos a escrita nos cartões, tivemos um pouco de dificuldade em saber como agrupar. Então, decidimos escrever inicialmente em uma folha pautada e, após discutir a organização das estruturas, utilizamos cores diferentes de pincéis para facilitar o agrupamento – explicou Cauã.
- Nossa, adorei a tática que vocês usaram! Assim, vocês otimizaram tempo na organização. Perfeito! Agora me expliquem quais estruturas vocês colocaram nos cartões e como agruparam.
- Então, profe, nós agrupamos as estruturas de divisão do sistema nervoso (SN). Como vocês podem ver, separamos os *cards* em dois grupos principais: Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP). No SNC temos: o encéfalo e a medula. No SNP temos os nervos e os gânglios – explicou Antônio.
- E, na parte de baixo de cada cartão, colocamos qual seria a dimensão apresentada por eles, em relação às escalas submicro, micro e macro. – Completou Miguel.
- O que vocês acharam, turma?
- Eu achei bem mais fácil do jeito que eles fizeram, nosso grupo fez uma bagunça e até agora eu não sei como essa organização funciona. O dos meninos deu pra entender bem, como cada divisão acontece e ainda percebi que eu consigo entender a escala. Profe, eu estou entendendo esse negócio de escala! – disse, satisfeita, Ana Clara.
- Então, Ana. O que você me diz das estruturas funcionais do encéfalo então?
- Prof, eu compreendi que o armazenamento das informações fica na estrutura do encéfalo, principalmente no cérebro; então, cada parte dele tem uma função. O cérebro, por exemplo, tem regiões que reorganizam as informações e as armazenam em áreas específicas do córtex.
- Miguel, você é quem vai continuar a explicação?
- Sim, profe. É muito importante citar as células funcionais do sistema nervoso, os neurônios. Eles realizam as funções de envio das informações por meio sinapses nervosas. Cada neurônio possui organelas que possuem funções específicas dentro da célula.
- As organelas são estruturas importantes das células e cada uma delas tem a sua composição biomolecular. Portanto, as biomoléculas são também estruturas submicroscópicas da composição do SN.
- Vocês conseguiram demonstrar muito bem a sequência dos níveis de organização dos seres vivos contextualizando com o SN. E agora? Vocês compreendem de forma clara a função desse sistema?
- Carol, eu percebi que os neurônios possuem uma velocidade muito alta no envio de informações de um para o outro. O SN também faz a regulação de outros sistemas. E quem faz o transporte das informações para as outras células, tecidos, órgãos e sistemas, são os neurônios.

Mas eu fiquei pensando: e se a informação não chegar em um neurônio, acontece alguma coisa?

- Ótima observação! Para pensar em tal situação, vamos realizar uma atividade prática muito fácil, que irá contribuir para responder esse questionamento. Vocês se posicionarão em uma fila distantes uns dos outros com o espaço de um braço. Eu repassarei uma frase para o último da fila, que passará a informação adiante para o próximo e assim sucessivamente até chegar ao primeiro da fila, que será responsável por revelar a frase. Essa prática se chama telefone sem fio, já ouviram falar?

- Claro, profe, quem nunca brincou de telefone sem fio?

- Ótimo! Podem se organizar que vou passar a frase. Preparados?

- Vamos lá, Matheus, você é o primeiro: “Os neurônios comunicam-se uns com os outros e com outras células por meio das sinapses nervosas.” – Carol cochichou no ouvido de Matheus, sem que os outros escutassem o que foi dito.

- Agora vocês repassarão as informações somente uma vez e, da maneira que vocês entenderem, vocês passarão para o próximo. Vamos ver como a informação chegará no final.

- Eu não entendi nada. – Disse Valentina na última posição da fila.

- Tente reproduzir o que você ouviu, Valentina.

- “Os neurônios são células que comunicam com a síncope nervosa.”

Todos caíram na gargalhada, pois perceberam que cada um recebeu uma informação diferente daquela reproduzida por Valentina.

- Perceberam o que aconteceu? A frase inicial era: “Os neurônios comunicam-se uns com os outros e com outras células por meio das sinapses nervosas.”

- Profe, a informação não foi passada de forma correta. Ela chegou diferente no último da fila.

- Tentem fazer uma conexão desse processo com o sistema nervoso. Como isso poderia interferir na resposta de uma célula ou de um órgão?

- Eu pensei em uma situação em que eu vi em uma série. A pessoa tinha uma doença que ela não conseguia perceber alguns toques. E ela então não sentia dor. Pode ser isso?

- Nossa, Miguel! Certo! Neste caso, a analgesia congênita é uma condição muito rara em que o indivíduo apresenta a incapacidade em sentir dor por falhas no desenvolvimento de algumas terminações nervosas específicas para os estímulos dolorosos. Neste caso, a informação não é repassada. As fibras nervosas não apresentam desenvolvimento normal e prejudicam as sinapses nervosas, que são a comunicação entre as células.

- Profe, me explica um negócio. No caso de uma pessoa que não consegue movimentar os braços ou as pernas, acontece a mesma situação? Seria a falta de comunicação entre os

neurônios?

- No caso de lesões medulares, acontece uma interrupção total ou parcial na passagem das informações, e o indivíduo não consegue se movimentar. Em alguns casos o indivíduo consegue sentir alguns toques, mas ele não consegue realizar o movimento. Em outras situações a pessoa consegue se movimentar, mas como ela não tem sensibilidade no local, pode haver um problema na locomoção. Pense quando você está com a perna dormente: é possível você caminhar tranquilamente?

- Não dá, profe

- Então, o movimento fica prejudicado pela lesão, mesmo que a perna tenha condições físicas para tal.

- Carol, eu pensei em uma situação. Se a pessoa tem o Alzheimer, essa falha na comunicação dos neurônios acontece? – perguntou Cauã, interessadíssimo no assunto.

Antes de Carol responder, o sinal que indica o final da aula tocou.

- Ah não, profe. Fica aí! A professora de Português vai encher o quadro. Não tô com a menor vontade de copiar.

- Ai, ai, ai! Vamos parar com a preguiça, Victória. Na próxima semana, nós teremos a nossa última excursão. Se preparem, enviarei as informações para vocês na segunda-feira. Terminamos essa discussão e faremos o relatório dessas duas atividades de hoje.

Antes da turma reclamar, Carol já se adiantou.

- E nada de reclamações sobre as atividades e relatórios. Eu já disse a vocês que preciso documentar todas as etapas. Nós nos vemos na segunda! Aproveitem o final de semana! Cauã, bora que temos serviço!

NEURÔNIOS

- Olá, turma! Como vocês passaram o final de semana? Ocorreu tudo bem?

- Tudo bem, profe.

- Carol, posso entrar? Desculpe o atraso, hoje eu tive um probleminha com os meus irmãos.

- Mas eles estão bem, Cauã?

- Sim. Minha mãe demorou um pouco a chegar do trabalho e eu tive que levar todos eles pra escola.

- Cauã, sua mãe trabalha na parte da noite, certo?

- Sim. Ela trabalha em um hotel em Venda Nova. Ela dorme no horário que os meus irmãos estão na escola. Mas, no horário do almoço, eles chegam e a tranquilidade acaba.

- Nossa, deve ser difícil trabalhar nesse período e atrapalhar o ciclo de sono. Mas ela que tem que fazer o almoço?

- Ela costuma chegar e já fazer. Ela até fala que é para dar sono. Tem dias que ela chega elétrica, ligada no 220 V.

- Enfim... Onde paramos na aula anterior?

- Você iria explicar se o Alzheimer é causado pela falha na comunicação dos neurônios – respondeu Cauã, interessado na resposta, já que era um assunto que ele gostaria de compreender, devido à doença que levou à morte de seu pai.

- Na verdade, eu não vou explicar. Eu vou lançar para vocês outra pergunta que pode ajudar na compreensão desse processo: os neurônios possuem que tipos de estruturas que permitem a comunicação com outras células?

- Professora, você quer saber do que o neurônio é formado?

- Podemos dizer que sim. Mas lembrem-se de tentar explicar o funcionamento das estruturas.

- Mas é para responder agora? Eu não sei sobre isso, profe.

- Vamos fazer o seguinte: vocês se reunirão com os mesmos grupos da semana passada e montarão um pequeno esquema sobre as estruturas do neurônio. Esse esquema terá as informações necessárias para a nossa próxima discussão. Disponibilizarei alguns materiais para vocês consultarem.

- Nossa, profe. É muito trabalho de pesquisa e discussão.

- Eu sei, Ana Clara, mas eu prometo que irei recompensá-los com o próximo passeio. Vocês vão amar!

Carol já sabia que os alunos amariam a visita ao próximo local escolhido por ela e Cauã. Ela pediu que Cauã não falasse nada para eles pois queria fazer uma surpresa. Ela mesma já não estava aguentando esconder o segredo, mas a surpresa seria um papel crucial na visita. Ela tinha outras surpresinhas para seus amados alunos.

- E então, algum grupo diferente ao anterior pode apresentar? Se não houver voluntário, eu vou sortear.

- Pode deixar que eu apresento, profe. - Disse Davi.

- Davi? Você mesmo?? É um milagre.

- Poxa, professora, mó paia!. Vai ficar me zoando?

- Não, não. Desculpa, estava brincando, meu amor. Pode apresentar – Carol estava muito satisfeita já que Davi não era um aluno de se voluntariar para apresentar nenhuma atividade. Mudanças acontecem e elas podem ser boas.

- Profe, é o seguinte: nós montamos esse esquema em folhas de papel craft do tamanho de uma folha A4. Inicialmente colocamos as principais características dos neurônios. Os neurônios apresentam a capacidade de enviar e receber informações que serão processadas no cérebro. Eu faço curso de programação e pensei muito nas minhas práticas com o computador. É como se os neurônios fossem redes de processamento e o nosso cérebro pudesse armazenar informações como em um HD. E cada conexão que os neurônios realizam estão relacionadas às estruturas que ele possui. Os neurônios são capazes de enviar informações, por meio do processo chamado de sinapse, sem necessariamente se encostarem.
- Os neurônios apresentam estruturas que formam a sua organização e garantem a sua efetividade. As organelas dos neurônios estão presentes em maior proporção no seu corpo celular. Algumas ramificações do neurônio se apresentam como dendritos e são responsáveis pelo recebimento das informações provenientes de outros neurônios. Essas informações são repassadaa para a estrutura do neurônio chamada de axônio que apresenta as células de Schwann ao seu redor e, o processo de transmissão finaliza nos terminais sinápticos.
- Adorei a analogia com a computação. É muito prático utilizar os conhecimentos que vocês possuem para contextualizar com as novas informações – disse Carol.
- Profe, eu fiquei um pouco em dúvida sobre umas células da... glia – perguntou Davi, olhando para suas anotações.
- Alguém desenvolveu no esquema algo relacionado às células da glia?
- Eu, profe. Pode mostrar? – perguntou Victória.
- Sim, claro.
- Então, as células de glia são responsáveis por nutrir e manter as características saudáveis dos neurônios. Elas conseguem, por exemplo, manter protegido o axônio dos neurônios, e isso favorece o controle da sinapse nervosa.
- Muito bem, Victória. Alguém tem algo a acrescentar?
- Carol, na verdade, eu tenho uma pergunta. Como acontecem essas sinapses? Eu li algo a respeito do potencial de ação. Mas não consegui compreender totalmente o processo. Eu sei que os neurônios enviam as informações para outros neurônios a partir do processo de neurotransmissão, mas exatamente como os neurônios conseguem enviar essas informações de forma precisa e tão rápida?
- Cauã, os neurônios possuem canais independentes que recebem informações provenientes das alterações da membrana das células os canais iônicos. A partir desses canais ocorrem o potencial de ação. A nossa próxima atividade prática terá o objetivo de demonstrar como esse processo acontece.

- Carol, mas como ir ao ...
- Cauã! – Gritou Carol. – Não dê *spoiler* da nossa atividade prática.
- Ah, desculpa! – disse Cauã, envergonhado.
- Eu sei que você está super empolgado com essa matéria de SN, mas vamos com calma que você irá compreender muitas estruturas. Vamos voltar na ocorrência das sinapses. Elas podem ser elétricas ou químicas e, elas acabam se intercalando na estrutura do neurônio e na cavidade entre neurônios para acontecer de maneira efetiva. Algum grupo evidenciou a sinapse química no seu esquema?
- Profe, eu coloquei sobre os neurotransmissores. Mas não sei se tem relação com a sinapse química.
- Tem tudo! Explique pra nós, Cecília, como vocês estruturaram no esquema.
- Colocamos que os neurotransmissores podem ser formados na terminação dos neurônios e eles são enviados pela fenda sináptica. Profe, antes de terminar eu tenho uma pergunta: quando estudamos o transporte através de membranas, vimos o processo de liberação de substâncias pelas células. Na imagem do *site* que buscamos a informação, eu vi uma imagem semelhante à do processo de exocitose. A liberação de um neurotransmissor pode ser chamada de exocitose como ocorre na membrana?
- Vou te responder fazendo outra pergunta, pois você já montou o seu raciocínio. Os neurônios são células?
- Sim, profe!
- E a membrana está presente em que tipo de estrutura?
- Em células – respondeu Cecília, surpresa, como se já soubesse a resposta. E sabia, só não havia terminado a interpretação do processo.
- Então, você conseguiu responder a sua pergunta. Formule a resposta para os seus colegas, por favor!
- Os neurotransmissores são liberados pelos neurônios pelo processo de exocitose através de sua membrana plasmática.
- Parabéns, Cecília, você conseguiu fazer uma conexão muito importante com o tópico de transporte através de membrana!

Carol estava sentindo-se maravilhada com os efeitos desse tipo de metodologia. Os alunos conseguiam conectar tópicos da Biologia simplesmente questionando, observando e criando hipóteses. O ensino por investigação é árduo mas, quando começa a funcionar, o aprendizado é duradouro.

NEUROTRANSMISSORES

- Na última aula, estávamos falando sobre a sinapse química e a Cecília falou sobre o processo de excitação que os neurônios promovem para liberar os neurotransmissores. Agora, e como os neurônios receptores recebem os neurotransmissores?
- Uai, profe, existem receptores na membrana dos neurônios que permitem a identificação do sinal e a ativação da resposta. Eu lembro da matéria de membranas também, em que tínhamos a difusão, acontecendo do meio que tem mais pro meio que tem menos. Acho que é isso – respondeu Antônio.
- Mas, gente, vocês foram tão mal na avaliação de estrutura celular. O que aconteceu para vocês conseguirem fazer essas conexões?
- Sei lá, profe Na hora da avaliação, ficamos um pouco nervosos. E eu acho que as práticas têm nos ajudado a compreender melhor o conteúdo – respondeu Ana Clara.
- Eu sei que estratégias diferentes atingem vocês de uma forma mais completa. Mas vocês devem ter em mente que nem sempre será possível colocarmos em prática um projeto como estamos fazendo agora. Se não tivéssemos sido contemplados com a verba do edital da prefeitura, não conseguiríamos desenvolver uma aula tão diferente!
- Nós sabemos, Prof. A maioria das aulas segue um padrão, pois a educação não é o foco principal da nossa sociedade – disse Matheus.
- Pois é, Matheus... Bom, vamos então aproveitar esse momento e continuar o aprendizado. Continue o seu raciocínio, Antônio. Só lembrando que a difusão ocorre do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, e isso quer dizer que é a favor do gradiente de concentração.
- Isso aí mesmo profe, esqueci. Mas, profe, eu só tenho uma pergunta: se a quantidade de neurotransmissores na fenda é variável, a ação pode ser diferente? Sei lá, mais rápida?
- Ótima pergunta! Vamos pensar. Se o sinal do intervalo bater nesse momento, vocês irão sair desembestados por essa porta. Mas só temos uma porta. Você acredita que a saída de vocês será mais rápida, do que somente um por vez passar pela porta de maneira ordenada?
- Eu acho que vai ser confuso, pois vamos bater uns nos outros e acabar dificultando a saída.
- O que impede que a saída seja rápida?
- Ter só uma porta. Se tiver mais portas, podemos passar mais do que um aluno por vez.
- Então pense: como será o efeito se a quantidade de neurotransmissores excitado por um neurônio encontrar apenas um receptor no neurônio que recebe a informação?
- Ixi. Só tem uma porta...

- Pois é. A concentração, ou seja, a quantidade de neurotransmissores e receptores é muito importante nesse processo. Em algumas situações, a quantidade excessiva de neurotransmissores ou mesmo a escassez deles podem ocasionar problemas na informação. Um desses problemas pode ser o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas. Ou, então, até a falta de um receptor específico para aquele neurotransmissor.

- Carol! - disse Cauã como em um estalo – a doença do meu pai era neurodegenerativa e aconteceu aos poucos. Essa perda dos receptores específicos pode acontecer de maneira gradativa?

- Eu quero que vocês me respondam essa pergunta. Pode?

- Primeiro, profe, do que são feitos os neurotransmissores?

- Temos alguns tipos: aminoácidos, aminas biogênicas, neuropeptídeos e gases. Vamos listar cada um deles para conseguirmos compreender suas funções.

- Não sei o que são essas coisas.

- O importante agora não é saber o que são e, sim, como são formados, em que contexto estão inseridos. Para que possamos entender as funções dos neurotransmissores, é necessário compreender a via bioquímica dos neurotransmissores. Mas antes disso, preciso passar algumas informações sobre a nossa aula prática. O nosso passeio será realizado amanhã. Sairemos às 13:00 da escola em direção ao local misterioso. Quero que a nossa última excursão do projeto seja um sucesso e preciso de vocês para conseguir finalizar com chave de ouro.

- Por favor, profe, fala para onde nós vamos! Por favor!

- De jeito nenhum: eu quero que a surpresa continue, pois ela fará parte da nossa atividade. Vocês deverão anotar como vocês se sentem em diferentes momentos da prática. Cada atividade terá uma intensidade de emoção e a reação do organismo de vocês nos ajudará a compreender o sistema nervoso.

- Profe, pelo amor de Deus! Eu já estou muito ansiosa. Eu vou ter um treco! – Disse Valentina, como sempre, dramática.

- Valentina, eu sei que vocês são muito ansiosos, mas precisam controlar as emoções. A prática depende de algumas dessas emoções, e ela começou no momento que eu disse a vocês do local que vamos. Servirá para vocês entenderem como algumas reações são inconscientes e em alguns momentos não conseguimos controlar. Guardem essas informações, pois elas serão necessárias para vocês compreenderem as etapas dessa atividade.

- Profe temos que levar algo para anotar?

- Claro. Cada etapa terá uma pausa para vocês realizarem as anotações. Então, levem algo pequeno como um caderninho ou uma agenda. Não se esqueçam da caneta, protetor solar e uma

garrafinha de água. Ofereceremos um lanche para vocês, esse será o mais especial, pois é a excursão final do projeto.

- Ao menos, sabemos que terá lanche! – disse Ana Luiza.

- Verdade, Ana – concordou Valentina.

- Algumas coisas nunca mudam... – murmurou Matheus.

- Bom dia, turma. Todo estão bem?

- Profe, parece que tem um tambor na minha barriga. Eu não consigo descrever o que estou sentindo.

- Calma, Ana Clara. Já estamos bem próximo da descoberta do local da prática. Todos estão aqui? Faltando alguém?

- Eu estou aqui, profe. – disse Valentina.

- Ah, então todos estão presentes, aposto!

- Sim, estamos todos.

- Ótimo! Bom dia, Cauã.

- Bom dia, Carol!

- Hoje você fará a apresentação do local somente bem próximo a ele. Te aviso quando for o momento certo, ok?

- Tudo bem, sem problemas. Mas eu também estou empolgado e ansioso com a espera. Eu ainda não entendi o que você pretende.

- Pretendo surpreender – disse Carol com uma faceta bem marota. Ela também estava muito ansiosa para saber a reação dos seus alunos. E acreditava que essa etapa faria a conexão necessária com as dimensões submicro/micro a macro tão importantes para a compreensão da Bioquímica do sistema nervoso e da Bioquímica como um todo.

- Então vamos, Henrique. Estamos todos prontos.

- Caro! – chamou Henrique.

- Oi, Henrique!

- Temos um pequeno problema: há um engarrafamento na Avenida Professor Clóvis Salgado, na altura da Toca da Raposa. Na rádio, estão informando que foi um acidente grave e as pistas foram interditadas para o socorro às vítimas. No ponto em que estamos, será difícil sair do engarrafamento, pois as outras vias adjacentes também estão engarrafadas...

- Nossa! Só nos resta esperar. Vou ligar para a pessoa que coordena o espaço em que vamos e tentar marcar o horário de entrada dos meninos para mais tarde. Vamos ver o que consigo fazer.

- Alô, Fernanda? Oi, Carol aqui. Escuta, estamos em um engarrafamento aqui na entrada da Professor Clóvis Salgado e parece que a via está totalmente interdita, não sabemos do horário de liberação. Existe a possibilidade de entrarmos no próximo horário? Claro, a mesma quantidade de pessoas. Nossa, que ótimo, eu agradeço imensamente, Fernanda! Obrigada mais uma vez!
- Pronto, problema resolvido, agora liguei para a escola e peço para avisarem os pais que vamos chegar mais tarde. Acredito que eles não vão se opor. No bilhete de autorização coloquei um intervalo de horário maior, caso houvesse imprevistos. E esse é um grande imprevisto.
- Carol, como vamos fazer?
- É, profe, o que vamos fazer? Desculpa, mas não conseguimos deixar de ouvir. Eu já avisei minha mãe e ela tá de boa.
- A minha também, profe.
- Vocês são rápidos, hein? Bom, Cauã, vamos adaptar a nossa prática para o ambiente que estamos.
- Como?
- Turma, vamos iniciar as nossas atividades práticas relacionadas ao sistema nervoso. Primeira pergunta. Quais as estruturas que formam os neurotransmissores?
- Profe, na última aula você falou da composição molecular dos neurotransmissores. Eu só lembro de aminoácidos.
- Certo, Matheus. Agora, onde eles são produzidos?
- Ixiiii. Só pergunta difícil, profe!
- Pode ser naquela estrutura da célula. O neurônio é uma célula né?
- É sim, Ana Clara.
- Então, teria aquele processo de excitose. A célula recebe as biomoléculas, para depois produzir uma substância, como o neurotransmissor, por anabolismo.
- É mesmo, Ana. A célula precisa receber biomoléculas que vão ser utilizadas para produzir o neurotransmissor, dependendo do seu tipo. E se faltar o principal componente que produz o neurotransmissor, podemos ter um distúrbio na sinapse. É isso mesmo, Carol?
- Isso mesmo, Cauã. Cada neurotransmissor tem a sua estrutura e essa estrutura depende dos processos do metabolismo para ser formada. No caso do congestionamento que estamos, podemos fazer uma relação com a neurotransmissão?
- Eu acho que sim. Se as biomoléculas necessárias para realizarem a produção de um neurotransmissor não chegarem ao neurônio, a sinapse não acontece. Então se estamos parados em um ponto, não conseguimos avançar com a informação. Caraca, fessora, tô entendendo esse

negócio!

- Hahaha! É uma sensação boa quando conseguimos compreender algo que era tão abstrato pra nós, né? Mas vocês percebem que estamos falando de estruturas submicroscópicas? Coisas que não tínhamos nem noção de suas dimensões e, agora, vocês falam com muita propriedade sobre a neurotransmissão.

- Carol, como você sabe, meu pai morreu de Alzheimer, uma doença neurodegenerativa. Já li também sobre outra doença do cérebro, o Parkinson, em que o principal neurotransmissor envolvido é a dopamina. Eu li que ela é uma amina, uma substância orgânica. Mas ainda não entendi como a falta desse neurotransmissor pode causar o Parkinson ou como problemas de neurotransmissão podem levar ao Alzheimer.

- Cauã, a doença de Alzheimer tem muitas características. Entre elas, há a presença de placas de proteínas beta-amiloide no espaço entre os neurônios e de emaranhados de proteína tau no interior dos neurônios. Por motivos que a Ciência tem tentado explicar, essas proteínas, que existem naturalmente em nossos organismos, sofrem modificações, formam estruturas tóxicas, como agregados, e podem interromper sinapses e até levar à morte de neurônios ao longo do tempo, num processo progressivo, muitas vezes silencioso, até que os primeiros sintomas apareçam. Ou seja, até que o macroscópico apareça para nós, na forma de sintomas como perda de memória, muita coisa já aconteceu aos níveis submicroscópico e microscópico ²⁸. No caso da Doença de Parkinson, sabe-se que há um processo neurodegenerativo de neurônios que usam a dopamina como neurotransmissor, como você disse. Com o tempo, aparecem sinais desse processo, ao nível macroscópico, como os tremores tão característicos dos pacientes que tem essa condição ²⁹.

- Entendi, Carol. Então, essas proteínas diferentes que causaram a doença do meu pai?

- A maioria dos casos de doença de Alzheimer são relacionados com o avançar da idade. Hoje, sabe-se que diversos fatores podem levar ao desenvolvimento e agravamento da doença. Inclusive, alguns comportamentos e outras doenças pré-existentes, como por exemplo o tabagismo e a hipertensão; ou seja: é um quadro complexo e não podemos desconsiderar a história de cada paciente.

Carol pensou em aproveitar a conversa sobre dopamina e doença de Parkinson para uma atividade.

- Vamos pensar no trajeto que estamos tentando fazer. Se ele não se concretiza, o nosso objetivo não foi alcançado. A mesma situação acontece no nosso metabolismo. Podemos ter o caminho,

²⁸ <https://www.alz.org/br/demencia-alzheimer-brasil.asp>

²⁹ <https://sbgg.org.br/parkinson-muito-alem-do-tremor/>

a informação, as células, as biomoléculas para o sinal, como a dopamina, mas uma pequena falha de recepção pode levar à desorganização das informações. Na prática do telefone sem fio, tivemos um problema semelhante. A informação chegou ao destino incompleta e incorreta.

- Profe, como seria então a síntese de dopamina?

- A dopamina é obtida a partir do aminoácido tirosina. Até onde sabemos, sem tirosina não ocorre síntese de dopamina. Mas existe um “porém”: a tirosina é sintetizada no nosso organismo, sendo chamada de aminoácido natural. Mas, para ser sintetizada, precisamos de um outro aminoácido, que neste caso é essencial, a fenilalanina.

- Então, a dopamina precisa da tirosina, que precisa da fenilalanina. Então sem fenilalanina não há dopamina. Correto?

- De acordo com essa via, isso mesmo. Temos a biossíntese da dopamina de forma simplificada.

- Mas a falta de dopamina causa o Parkinson?

- A dopamina é um neurotransmissor do grupo das catecolaminas e, assim como outros neurotransmissores, está envolvida nas doenças neurodegenerativas. Processos neurodegenerativos em alguns neurônios que se comunicam por meio de dopamina estão, sim, relacionados à Doença de Parkinson. No caso da doença de Alzheimer, outros neurotransmissores estão relacionados à neurodegeneração característica da doença. Assim, temos diferentes substâncias e processos que fazem a comunicação entre neurônios diversos e toda essa diversidade está relacionada a diferentes doenças do sistema nervoso.

- Carol, então quer dizer que eu tenho a probabilidade de ter Alzheimer?

- Olha, Cauã, são muitos fatores. Mesmo estudando Bioquímica, precisamos de acompanhamento de médicos e especialistas para sabermos melhor das chances. Antes de tudo, é importante se ligar no bem-estar geral, cuidar da saúde.

- Minha memória é péssima. Será que já estou apresentando sintomas?

- Cauã, a sua memória também está relacionada ao quanto você trabalha com a sua mente. Vamos pensar o seguinte, você consegue um corpo musculoso sem realizar atividades musculares?

- Não. Eu acho que não.

- A resposta é não. Neste caso é necessário treino e alimentação equilibrada. A mesma situação é com o cérebro, você precisa desenvolver atividades que garantam uma boa memória. Então, respondendo a sua pergunta inicial: não, esse não é um sintoma, principalmente pela sua idade.

- Nesta situação, podemos pensar nos níveis organizacionais relacionados à doença de Alzheimer utilizando as dimensões escalares. Pensem comigo, o paciente com doença de Alzheimer apresenta alguns sintomas que contribuem para o diagnóstico, mas antes de tudo, é

como o nosso corpo nos alerta. Ao apresentar sintomas, devemos investigar o que vem causando esses sintomas. E, nesta situação, fazemos a transição da observação da estrutura macroscópica, o que podemos enxergar e perceber, para o nível submicroscópico, relacionado com o que está ocasionando o aparecimento dos sintomas. E no caso da doença de Alzheimer, supõem que a formação de placas de proteínas beta-amiloide entre os neurônios e de emaranhados de proteína tau no interior dos neurônios culmina com a morte celular, impactando gradativamente no comportamento do paciente.

- Acho que compreendi, Carol. Temos então que compreender, ao nível submicroscópico, o que leva aos sintomas em nível macroscópico, passando pelo nível microscópico. No caso da doença de Alzheimer, estaria relacionando ao tecido nervoso, neurônios e alterações nas proteínas. Correto?

- Muito bem Cauã. Fazer conexões, é isso que falo sempre.

- Profe, estamos andando. Pra onde nós vamos? Por favor, já não me aguento de curiosidade.

- Henrique, como está o trânsito agora?

- As pistas já foram liberadas e pelo *gps* chegaremos ao destino em 30 min.

- Como já estamos a caminho, vou incumbir essa tarefa ao nosso guia. Assim ele pode trabalhar a memória.

- O nosso passeio de hoje será em um local repleto de grandes emoções. Vamos visitar as atrações do Parque Guanabara.

- O quê? Nós vamos ao parque? Sério, profe?

- Ahhhhhhhhhh! Eu adoro parque!

- Prof, “cê” tá falando sério mesmo?

- Calma, gente! Sim, o Cauã está falando sério. Hoje, nossa atividade será no parque de diversões!

- Uuuuuuuuu! – os estudantes entoaram um coro de alegria, afinal, quem não ama parque de diversões?

- Nossaaaa! Eu tenho medo de altura, não quero ir nesse brinquedo.

- Ah Cecília, você é a maior medrosa”, nunca vi igual. – Disse Davi, deixando a colega envergonhada.

- Davi, deixa de ser inconveniente!

- Estou empolgada, profe!.

- Então, vamos economizar ATPs para conseguirmos aproveitar o parque. Mas não se esqueçam

das anotações. Faremos depois uma conversa sobre as sensações de vocês no parque.

Capítulo 5: Do Submicro ao Macro – interrelação do mundo tangível ao intangível

SISTEMA SENSORIAL: A PERSPECTIVA DAS EMOÇÕES

- Prof, já chegamos?

- Não começa, burrinho do *Shrek*. Aproveitem e anotem como vocês se sentiram, sabendo que irão ao parque de diversões.

- Profe, eu acho que já comecei a compreender um pouco a prática do parque. Como a dopamina acaba sendo precursora de outros neurotransmissores, como a adrenalina, então temos várias sensações em evidência: recompensa, prazer, medo... Parece com aquele filme de ação que o “cara” tem que aumentar o nível de emoções o tempo todo, senão ele morre. O nome do filme é Adrenalina, o nome do neurotransmissor.

- Está no caminho, Antônio. As emoções são as respostas a diferentes estímulos. Assim, demonstramos com sentimentos as diversas percepções do meio em que estamos por meio das emoções. Esse processo acaba envolvendo na construção da cognição, do aprendizado. Por exemplo, as crianças nos primeiros anos de vida não têm noção do perigo, então elas acabam se envolvendo em algumas práticas perigosas, mas elas ainda não tiveram a perspectiva que aquela situação é perigosa. No caso de uma pessoa que perde a eficiência em neurotransmissões específicas, essa falta de noção do perigo, por exemplo, pode voltar durante a doença neurodegenerativa. As pessoas até acabam descrevendo alguns idosos que têm a Doença de Alzheimer com uma “perda de noção”.

- Entendi, profe.

- Chegamos, turma – disse Henrique, estacionando a van na rua de trás do parque.

- Lembrem-se das orientações, turma: o parque gera uma gama de sensações que podem ajudar a explicar como o sistema sensorial é importante na interpretação das percepções que determinam como o nosso corpo responde. Anotem tudo. Outra coisa, é que é necessário vocês se manterem sempre em duplas ou trios, e nunca se afastem demais do grupo principal. Hoje, vocês terão mais liberdade para se movimentarem pelo parque, mas somente pelo parque. Confio em vocês. No mais, divirtam-se!

- Profe, e o lanche? – perguntou Valentina.

- Vamos disponibilizar o lanche no final do horário, às 18:00. Temos um espaço reservado para esse momento.

- Mas, profe, eu estou com fome agora!

- Claro que está, Valentina! Eu sei que você trouxe muita coisa e, além disso, há lugares para comprar algo.

- Eu não quero comer meu lanche! E se na volta ficarmos garrados outra vez e passar fome? Melhor eu comprar! Será que tem coxinha?

Eu não consigo entender como essa menina é tão magrinha. Nesse caso, acho que nem a Ciência explica!

- Nossa Senhora! Agora que estou aqui no brinquedo, estou começando a ficar com medo.

- Bem feito, Davi! Ninguém mandou ficar zoando a Cecília! Agora tá aí, branco que nem uma vela! Hahahaha!

- Para, Victória. Eu tô com medo real. Pode me dar a sua mão?

- Sai fora, eu estou com um frio na barriga, mas não é medo. Eu não sei explicar. Como vou anotar algo que não sei explicar?

- Eu nem vou pensar nisso agora. Caraca, muleque, o trem é zoadado pra caramba.

- Cecília, o Davi tá morrendo de medo, sabia? – gritou Victória.

- Cê é “xaina” demais, Victória!

- “Lombrou” pra você. Os meninos estão rindo até agora da sua cara.

- Podia começar isso logo! Não tô aguentando esperar!

- Vai começar.

Davi estava sentindo como se o mundo tivesse parado de rodar. Como se os seus pés estivessem flutuando, mesmo os tendo firmes na plataforma. As suas mãos cada vez mais apertavam com força a barra de proteção do brinquedo. “E se o brinquedo cair?” Ele já estava imaginando que coisas ruins poderiam acontecer a eles. “Eu nem falei com a minha mãe hoje”. “Eu acho que vou vomitar”. “Aqui está muito quente”.

- O que você está resmungando, Davi?

Davi estava com os olhos fechados, pois não queria olhar para baixo e ver a distância que estava do chão. Ele nem sabia que tinha medo de altura, daí ele lembrou que nunca tinha estado em um lugar tão alto: o máximo que havia subido era uma árvore na casa de sua avó.

E, de repente, o inesperado aconteceu. Parece que o coração de Davi estava na boca. Ele estava caindo tão rápido que suas pernas realmente flutuaram, ele não conseguia colocá-las apoiada na plataforma novamente. E tão rápido quanto começou, o movimento acabou.

- Hahahaha! Davi! Cê tá bem, irmão? Parece que você perdeu todo o sangue do corpo! – os colegas de Davi aproveitaram a oportunidade para descontar toda a zoação que ele

proporcionava. E eles nunca o viram tão assustado.

- Davi, você está bem? – perguntou Victória bem baixinho, começando a se preocupar realmente a respeito da reação de Davi. – Pode largar a barra de proteção, Davi. Já acabou há uns dois minutos. O menino está esperando para levantar a barra. Daviiii?

- Oi? Chegamos? Eu tô vivo?

- Hahahaha!. Você ainda está vivo! Solta a barra, Davi!

Davi prometeu para si mesmo que nunca mais iria em um brinquedo daqueles.

- Profe, foi muito emocionante. Eu fui em todos os brinquedos. Tirei milhares de fotos.

- Você fez as anotações, Ana Luiza?

- Claro. Mas eu vou anotar algumas coisas que esqueci. Profe, nós vamos lanchar agora? Estou com fome.

- Vamos sim, Ana Luiza. Estou aguardando os outros alunos.

- Quer que eu chame?

- Não. Melhor não. Depois, vocês se desencontram e acaba piorando a situação. Só está faltando o Miguel e o Herick. Estão vindo.

- Fessora, tô na broca. Tem alguma coisa pra comer?

- Vamos agora pro nosso espaço reservado. Acompanhem-me.

- Turma, foi muito bom estar com vocês durante esses 4 meses de projeto. Realizamos diversas atividades e acredito que conseguimos alcançar alguns dos nossos objetivos. Ainda temos a atividade final e ela será desenvolvida na nossa próxima aula. Espero que todos vocês tenham gostado de cada etapa e o principal: terem aprendido um pouco mais sobre dimensões.

- Profe, foi muito legal. Eu gostei de cada atividade e de cada aula prática, principalmente dos passeios.

- O que eu sei, é o seguinte: nunca tivemos aulas nesse formato. Eu aprendi muita coisa de Bioquímica e, se fosse da forma tradicional, eu não teria entendido.

- Carol, eu agradeço a oportunidade de participar desse projeto. Ele me ajudou muito nos meus estudos e eu penso cada vez mais em seguir a carreira de médico. Eu te agradeço por toda a ajuda que você me deu em todos os sentidos. Minha família e eu agradecemos por todo o projeto. Foi mágico! – disse Cauã, emocionando Carol. Aquele engraxate que a abordou em plena Praça Sete se tornou um amigo. Não tinha como esquecer a história de vida desse garoto e não se emocionar. Ainda mais participando da evolução que ele teve.

- Cauã, sou eu que agradeço a sua ajuda. O projeto foi inspirado na sua história e, a partir dela

conseguimos, juntos, proporcionar aos meus alunos uma abordagem diferente. Sem esquecer da verba que recebemos do edital. Sem ela, não seria possível realizar uma atividade tão completa. Meus alunos, agradeço o empenho de vocês na realização de cada tarefa e atividade que propusemos. Vocês foram protagonistas de todo esse projeto. Muito obrigada. E para terminar o passeio de hoje, o lanche é superespecial. Eu sei que vocês adoram pizza e, por isso, teremos muita pizza. E de sobremesa uma torta de morango!

- Misericórdiaaaa. Eu tô no paraíso! – exclamou, extasiada, Valentina.

- Hahahahaha! – todos riram juntos da felicidade de Valentina com o lanche.

Algumas coisas nunca mudam.

CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CONCEITOS A PRÁTICA

- Ei, gente. Como vocês estão?

- Estamos bem profe.

- Cauã, como foi na sua prova ontem? Você me disse que tinha avaliação de Biologia.

- Deu tudo certo, Carol. Eu só vou saber a nota semana que vem, mas eu acredito que fui bem. Tinham muitas questões de Bioquímica, o projeto me ajudou muito.

- Que coisa boa! Eu sei que você deve ter se saído maravilhosamente bem. Conheço o seu potencial e acredito em você. Então, turma, hoje será oficialmente a aula final do projeto. Gostaria que vocês compartilhassem as emoções que vocês tiveram no nosso último passeio.

- Posso começar, professora? – Perguntou Herick

- Claro, Herick. Como você se sentiu?

- Bom. No começo, eu estava muito ansioso. Eu suava nas mãos o tempo todo, e sentia como se eu não pudesse controlar até mesmo a minha respiração.

- E como você consegue relacionar essas sensações ao que estudamos anteriormente?

- Eu entendo que o nosso corpo utiliza as sensações para demonstrar o que está ocorrendo no meio em que estamos. Em cada brinquedo, eu tinha uma sensação diferente. Por exemplo, no carrinho bate-bate eu fiquei feliz, mesmo sabendo que algum carro bateria no meu. E eu percebi também algumas coisas: eu sorria o tempo todo, tanto que quando eu cheguei em casa com minha mandíbula doendo.

- Não creio!

- Pode crê, “fessora”. Eu não sabia no começo o que era, depois eu fui tentando lembrar onde tinha batido, e me lembrei que eu estava rindo o tempo todo. O parque então me fez sentir alegre.

- Adorei as suas descrições. E uma das suas falas foram bem interessantes, você disse que o seu corpo estava reagindo ao meio onde estava. Em algum momento você se sentiu triste?
- Teve um momento que a fila estava demorando um pouco. Foi no brinquedo da queda livre. Nesse momento, eu não estava triste, mas eu estava bravo por estar demorando.
- E como o nosso sistema nervoso funciona nesse momento?
- Eu sei que o meu corpo reage com a neurotransmissão de um neurônio para outro. Neste caso, meu corpo deve ter alguma coisa que funciona como receptor da informação, mas eu não sei o que foi.
- Alguém tem algum palpite?
- Profe, eu sei que nós reagimos a diferentes estímulos. Por exemplo, no parque eu senti cheiro de pipoca e na hora eu me lembrei da última vez que fomos ao cinema. Mas eu nem estava pensando nisso. Será que neste caso o nosso olfato funciona como receptor?
- Exato. O nosso sistema sensorial trabalha com os estímulos que atingem cada sentido. A nossa visão é estimulada por luzes, os fotorreceptores. A nossa audição é estimulada por sons, mecanorreceptores. O nosso olfato é estimulado por substâncias químicas, os quimiorreceptores. Então nós temos o sistema sensorial recebendo as informações, em cada um deles temos estruturas que os conectam ao nosso sistema nervoso, onde acontecem as interpretações dos estímulos.
- E, nas situações que percebemos no parque, tivemos diferentes estímulos de acordo com a intensidade do brinquedo, profe. Em meio a tudo isso, fui lembrando e entendendo como o processo metabólico está diretamente ligado a formação das biomoléculas que atuam nas nossas células.
- Com certeza, Ana Clara.
- Fessora, eu acho que tem a ver também com aqueles experimentos que fizemos das fotografias. Nós observamos a diferença da perspectiva do tamanho do Mineirão a diferentes distâncias, neste caso pode ser considerado o zoom. Os seres vivos apresentam um nível de sequência de composição. O átomo, depois a molécula, depois a organela, a célula e assim por diante. Quer dizer que quando chegamos no organismo ele apresenta um tamanho diferente, mas na sua estrutura tem aqueles compostos e estruturas que são submicro e micro.
- Perfeito, Miguel. As escalas dimensionais são importantes para compreender cada nível hierárquico dos seres vivos. E elas se intercalam em funções e estruturas. Cauã, você ficou calado a aula inteira. O que aconteceu?
- Nada, Carol... Estava prestando atenção e tentando entender a doença que acabou levando à morte do meu pai. No começo, ele teve algumas falhas na memória, mas nada grave. Só que,

com o passar do tempo, ele foi piorando muito rápido. Começamos a perceber que ele estava ficando muito irritado, algumas vezes sem motivo algum, e meu pai sempre foi tranquilo e calmo. Então, foram várias alterações metabólicas e físicas acontecendo no seu organismo e não sabíamos como lidar com ele. E tudo isso relacionado à degeneração de neurotransmissões, ao não envio da informação da maneira correta. E eu me sinto mal às vezes por saber que ele não podia e nem conseguia controlar, mas em vários momentos desejei que tudo acabasse. E quando acabou, eu queria que ele estivesse de volta.

- Eu sinto muito, Cauã. A morte do seu pai foi superrepentina. A doença avançou muito rápido, né?

- Tudo bem, Carol. Eu estou pensando em como melhorar a vida dessas pessoas que tem a doença de Alzheimer em as suas famílias. Pois, na maioria das vezes, não sabemos como lidar com o paciente.

- E como você pretende fazê-lo?

- Ainda não sei, mas eu vou descobrir.

Anos depois...

Carol andava tranquilamente no Centro de BH. Foram vários anos passando por essas ruas lotadas para consultar no Ipsemg. E as coisas continuam iguais, as pessoas andando apressadas, se esbarrando sem olhar para trás. “Que tarde gloriosa”, pensou, como sempre irônica. “Acho que vou comer um pastel de estrogonofe de frango na Carijós, mas não posso demorar pois dou aula à noite!” - esse era outro costume que Carol não conseguia mudar. Neste momento, Carol se lembrou de uma aluna que só pensava em comer: Valentina. “Como será que está a Valentina, da última vez que a vi, ela estava estudando Enfermagem.” Nossa, o tempo passa muito rápido, meus alunos devem estar com a vida formada, com família, tendo sucesso.

Agora tem uma pessoa que continua sendo amigo de Carol, o Cauã. Que pessoa fantástica ela foi conhecer, ali neste mesmo local que ela estava agora. Que nostalgia, esse momento é mágico. Carol ficou super orgulhosa com o caminho trilhado por Cauã. A maioria deve pensar que ele se tornou um médico, mas não. Ele se formou em Biologia. Fez o mestrado e o doutorado em Bioquímica na UFMG e trabalha atualmente como pesquisador principal em uma empresa no Canadá. E ele faz o que sempre sonhou: trabalha ajudando pacientes com a Doença de Alzheimer e suas famílias. Ele é um exemplo que demonstra que a Universidade é de todes. Que a Ciência é de todes.

“A maior conquista da educação é quando o aprendiz supera o mestre” – pensava Carol. E é mesmo.

h. Apêndice 8: Manual de Práticas do livro digital

MANUAL DE PRÁTICAS - BEAGÁ DAS DIMENSÕES

APRESENTAÇÃO

Este manual de práticas é resultado das atividades práticas propostas na narrativa do livro “Beagá das dimensões”. Este anexo pode ser utilizado tanto por professores, quanto por leitores interessados em fazer ciência. Cada atividade proposta tem o objetivo de consolidar os conhecimentos acerca das dimensões submicro, micro e macro, necessárias para a compreensão do mundo biológico a partir das perspectivas atômica, molecular e bioquímica.

O livro e este manual foram desenvolvidos com a colaboração de outros pesquisadores e estudantes da graduação da UFMG, além de estar inserido no projeto de extensão “Dimensões” (Siex 404313). Todos os colaboradores fazem parte da construção deste projeto, que irá funcionar como um mediador do conhecimento da Bioquímica e do letramento científico. Ressaltando a importância do projeto para o letramento científico e para o contexto cultural como um todo, a proposta de elaboração do livro foi submetida a um edital da Secretária Municipal de Cultura da prefeitura de Belo Horizonte - EDITAL LMIC 2021, sendo aprovada e classificada na nonagésima primeira posição. Não fomos contemplados com a verba referente à elaboração, produção e divulgação do livro, mas percebemos o quão sólida e relevante a proposta se apresentou nos contextos cultural e científico, uma vez que concorremos em equidade com projetos e grupos já consolidados na cena cultural belo-horizontina.

A proposta do manual de práticas é fundamental para motivar o leitor na busca da compreensão do ensino de ciências por investigação para a melhoria da qualidade da educação básica do nosso país. Em relação aos professores, pode contribuir para a melhora no rendimento das aulas, mesmo com desafios relacionados à não consolidação de habilidades anteriores.

Além da importância da educação básica para o desenvolvimento socioeconômico, cultural e tecnológico do país, trazer a Bioquímica para o meio cultural aumenta o interesse pelo assunto, consequentemente colaborando para a formação de cidadãos, despertando o interesse dos estudantes pelo método científico, pelas práticas investigativas e pelos conhecimentos bioquímicos. O livro, portanto, é extensivo à toda população, uma vez que aborda assuntos que afetam diretamente a coletividade como um todo.

MANUAL DE PRÁTICAS - BEAGÁ DAS DIMENSÕES**SUMÁRIO**

PRÁTICA 1: ASSOCIAÇÕES DIMENSIONAIS A PARTIR DA BIOQUÍMICA.....	03
PRÁTICA 2: MICROSCÓPIO CASEIRO DE CELULAR	05
PRÁTICA 3: BOLO DE CHOCOLATE BIOQUÍMICO	08
PRÁTICA 4: AGRUPAMENTO DAS ESTRUTURAS DO SISTEMA NERVOSO	13
PRÁTICA 5: TELEFONE SEM FIO	15

PRÁTICA 1: ASSOCIAÇÕES DIMENSIONAIS A PARTIR DA BIOQUÍMICA

Tempo médio para a execução: 50 minutos

Situação problema

- Qual o tamanho de uma célula?
- É possível comparar o tamanho de uma célula e suas organelas com objetos visíveis a olho nu?
- Como podemos comparar escalas bioquímicas, submicroscópicas, com objetos macroscópicos?

Objetivos de Aprendizagem

Relacionar e associar estruturas, como objetos ou seres vivos, por meio da comparação de perspectivas fotográficas. Buscar a interrelação do universo submicro/micro ao universo macro.

Habilidades da BNCC

- (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Apresentação

O uso de modelos permite a percepção das lógicas estruturais entre os conceitos e as propriedades da matéria (MELO; SILVA, 2019). Como as escalas apresentam níveis hierárquicos de organização por tamanho, a utilização de recursos modulares amplia a compreensão acerca das estruturas biomoleculares e da transição entre o nível submicroscópio/microscópico e o representacional.

Materiais necessários

- Câmera fotográfica ou telefone celular;

- Papel;
- Lápis;
- Caneta;
- Instrumentos de medição, como réguas.
- Objetos diversos de diferentes tamanhos.

Procedimentos

Instrua os alunos a manusear a câmera fotográfica ou os celulares. Solicite aos alunos, individualmente ou em grupo, que alinhem objetos dos seu cotidiano, fazendo registros fotográficos que possibilitem a comparação por tamanhos. Peça que os alunos anotem os resultados e os incentive a pensarem em diferentes possibilidades, discutindo os resultados uns dos outros e fazendo intervenções quando necessário.

Na etapa final peça que os alunos relacionem os objetos aos níveis de organização dos seres vivos e principalmente as estruturas biomoleculares.

Apresente uma escala, desde angstroms e nanômetros até metros, paralelamente a estruturas como átomos, moléculas, células e organismos que se encaixem nos locais devidos da escala.

Material complementar

Escalas como as descritas abaixo podem ser usadas para comparações:

Figura 6 do artigo disponível no link:

<https://www.mdpi.com/2079-4991/12/2/177/htm>

Figura 1 do artigo disponível no link:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-020-2279-1>

Figura 1 do artigo disponível no link:

<https://www.nature.com/articles/s43246-020-00055-5.pdf>

Desafios da prática

Espera-se que os alunos disponham, lado a lado e em mesma fotografia, estruturas como caminhões ou carros (da comunidade em que vivem), bolas de futebol e bolas de gude (ou estruturas de tamanho equivalente e que estiverem disponíveis), associando a, por exemplo, grãos de areia, células e moléculas.

São esperadas distorções escalares, não se tratando de problemas ou limitações – isso irá fomentar a discussão. A discussão posterior será feita a partir de escalas padronizadas e referências confiáveis, comparando-as aos registros fotográficos dos alunos. A prática 2 será uma continuação das discussões desta etapa, contribuindo para a compreensão dimensional.

Bibliografia

MELO, M.S. DE; SILVA, R.R.DA. **Os três níveis do conhecimento químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional.** Revista Exitus. Vol. 9, n° 5, p. 301-330, 2019

PRÁTICA 2: MICROSCÓPIO CASEIRO DE CELULAR

Tempo médio para a execução: 90 minutos

Situação Problema:

- Como podemos ver as células de forma simples?
- Quais as estruturas celulares são possíveis observar no microscópio?

Objetivos de Aprendizagem

Promover articulações investigativas com os alunos buscando evidenciar a interrelação do submicro/micro com o macro utilizando um microscópio construído com o celular

Habilidades da BNCC

- (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Apresentação

As práticas investigativas promovem a compreensão estrutural a partir da reflexão das etapas do método científico (MESSEDER; OLIVEIRA, 2017). Nesta etapa da sequência a observação dos níveis de organização serão desenvolvidas a partir da construção de um microscópio caseiro. A manipulação das ferramentas de observação é capaz de ampliar o entendimento do material observado, neste caso, a nível microscópico. O microscópio caseiro aproxima a realidade do aluno à compreensão e à visualização dos fenômenos que cercam a organização dos seres vivos, além de motivá-los em relação à experimentação (SOGA et al, 2017; SILVA; ROQUE, 2020).

Para evidenciar as estruturas dos seres vivos, os alunos realizarão práticas investigativas sobre a interrelação submicro/micro ao macro, com o intuito de identificar as estruturas dos

seres vivos (conceitualização). Para isso, será utilizado o microscópio caseiro, construído com lentes de *driver* de *dvd* ou *laser*, sempre com reciclagem de material tecnológico (investigar).

Materiais necessários

- Telefone celular com câmera;
- Lente de caneta a laser ou de HD;
- Papel;
- Lápis;
- Caneta;
- Fita adesiva;
- Suportes para a câmera;
- Material transparente firme (capa de dvd, tampa de acrílico)
- Objetos diversos de diferentes tamanhos e texturas.

Orientações

Inicie a atividade prática explicando aos alunos as funções e características dos microscópios. O mais utilizado com intuito educacional é o microscópio óptico, que utiliza um ponto de luz e uma objetiva para visualizar a estrutura com dimensões microscópicas. Após essa introdução da prática, apresente o vídeo do manual do mundo, que ensina a construir um microscópio caseiro com lente de caneta a laser ou de *hd* de computador.

Após a construção, os alunos devem recolher materiais que possam ser utilizados para a ampliação das estruturas aumentando a compreensão em relação as dimensões submicro/micro ao macro.

Na etapa final peça que os alunos façam um desenho esquematizando o objeto ou o organismo que eles observaram, ampliando algumas estruturas que foram possíveis de serem vistas no microscópio criado por eles.

Desafios da prática

No momento da aplicação da prática, muitos alunos ainda não possuem, de forma sólida, a percepção das diferentes escalas (submicro/micro/macro) e a relação dessas diferenças com as estruturas biológicas que os cercam – desde moléculas até organismos. Portanto, questionamentos como “é possível enxergar moléculas/vírus/bactérias utilizando nosso

microscópio?” são esperados. A prática investigativa I será capaz de ajudar nas discussões e sedimentar os conceitos.

Bibliografia

Vídeo sobre microscópio caseiro com celular (YouTube – Canal Manual do Mundo):

<https://www.youtube.com/watch?v=HwHJhti5fLs>

MESSEDER, J. C.; OLIVEIRA, D. A. dos S. **Ensino de Química no Ensino Fundamental: relatos de práticas investigativas nos anos iniciais.** Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ. Vol. 1, n. 2, P. 121-134, 2017.

SILVA, R. G. S., ROQUE, F. **Aprimoramentos em um microscópio caseiro e sua eficácia para ensinar citologia básica.** Holos, Vol. 36, n. 4, 1-12, 2020.

SOGA, D.; PAIVA, R. D. J.; UENO-GUIMARÃES, M. H.; MURAMATSU, M. **Um microscópio caseiro simplificado.** Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 39, n. 4, P.4501-4506, 2017.

PRÁTICA 3: BOLO DE CHOCOLATE BIOQUÍMICO

Tempo médio para a execução: 90 minutos

Situação Problema

- Quais as funções das biomoléculas?
- Como as interações submicroscópicas entre as biomoléculas são capazes de promover mudanças macroscópicas em um bolo?

Objetivos de Aprendizagem

Estabelecer correlações entre a bioquímica de macronutrientes usando como dinâmica a produção de um bolo, com o intuito de identificar as funções e utilização dos macronutrientes (lipídeos, carboidratos e proteínas) que constituem os ingredientes.

Habilidades da BNCC

- (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Apresentação

Para compreender a necessidade de aquisição de macronutrientes na dieta, metabolismo energético e a formação e fisiologia de tecidos, como o nervoso, os estudantes precisam ser capazes de relacionar a alimentação às estruturas biomoleculares. Assim, a prática investigativa do bolo permite a formação de conexões entre o nível submicroscópico e as propriedades físicas, químicas e físico-químicas dos compostos que constituem os alimentos e os seres vivos (BANDEIRA et al, 2020; BRANDÃO et al, 2019; CARNEIRO et al, 2015; CUNHA, 2017; OLIVEIRA, 2011).

Produzir um bolo, com o propósito de relacionar os conceitos de Bioquímica abordados na etapa anterior com os ingredientes utilizados na produção do bolo. Analisar cada ingrediente

em relação às biomoléculas (proteínas, lipídios, carboidratos) que formam os seres vivos e tentar explicar o papel de cada substância na estruturação do produto: o bolo (conceitualizar).

Materiais necessários

- Forno elétrico ou a gás;
- Forma para bolo;
- Liquidificador;
- Bacia funda;
- Colher de pau;
- Colher;
- 4 ovos
- 4 colheres (sopa) de chocolate em pó
- 2 colheres (sopa) de manteiga
- 3 xícaras (chá) de farinha de trigo
- 2 xícaras (chá) de açúcar
- 2 colheres (sopa) de fermento
- 1 xícara (chá) de leite
- 2 colheres (sopa) de manteiga
- 1 barra de chocolate meio amargo
- 1 caixa de creme de leite

Orientações

Receita do bolo

Massa:

- Em um liquidificador adicione os ovos, o chocolate em pó, a manteiga, a farinha de trigo, o açúcar e o leite, depois [bata por 5 minutos](#).
- Adicione o fermento e misture com uma espátula delicadamente.
- Em uma forma untada, despeje a massa e asse em forno médio (180 °C) preaquecido por cerca de 40 minutos. Não se esqueça de usar uma forma alta para essa receita: como leva duas colheres de fermento, a massa cresce bastante! Outra solução pode ser colocar apenas uma colher de fermento e manter a sua receita em uma forma pequena.

Calda:

- Derreter o chocolate meio amargo no micro-ondas de 30 em 30 segundos e depois acrescentar o creme de leite.

Para elencar as discussões, é importante apresentar aos alunos as reações existentes na construção do bolo e, dentre essas reações a fermentação que promove o crescimento da massa do bolo deve ser bem descrita. Neste caso é importante apresentar que a composição do fermento utilizado pode apresentar diversas constituições e, dependendo da estrutura, do tipo de mistura realizada, a reação pode ser diferente.

Obs. Essa prática pode ser realizada com outra receita, se não for possível o uso de forno. O pudim de caneca no micro-ondas pode ajudar nas discussões apresentadas pela atividade do bolo e permite a adaptação com o tempo utilizado na prática.

Desafios da prática

Espera-se que os alunos façam questionamentos quanto à função dos componentes submicroscópicos dos ingredientes e seus papéis nas características do produto final – cor, textura, estrutura, odor, sabor. Gorduras, açúcares e proteínas provenientes de ovos, leite e outros ingredientes são importantes nessa estruturação? A interação entre as biomoléculas e as consequentes reações químicas que acontecem ao nível submicroscópico resultam em efeitos macroscópicos (ex: crescimento de um bolo). Os alunos sabem que estes nutrientes fazem parte da composição dos ingredientes ou sabem do papel que eles têm na nutrição e formação dos tecidos? Qual a relação entre alimentação, o metabolismo energético e as estruturas dos seres vivos?

O principal fermento utilizado na produção do bolo é o chamado “fermento químico”, cuja composição tem o principal ingrediente o bicarbonato de sódio. Ao ser aquecido, o bicarbonato sofre uma decomposição e libera dióxido de carbono, a partir de reações como a descrita abaixo com substâncias ácidas presentes em meio aquoso. Isso promove as bolhas de ar no bolo e conseqüentemente aumenta o volume da massa, observado pelo crescimento do bolo como demonstra a reação química abaixo.

NaHCO₃, em solução, libera íons Na⁺ e HCO₃⁻



Uma outra reação química que pode ser apresentada aos alunos depende da diferença de coloração do bolo após o tempo de forno. O calor promove a caramelização do açúcar do bolo e também leva a reações entre açúcares e resíduos de aminoácidos de proteínas presentes na massa, deixando-a com uma tonalidade marrom. Discutir caramelização com os alunos e também apresentar a reação de Maillard, relacionada à formação de compostos responsáveis pelo aroma e pela cor de vários alimentos assados e cozidos. Uma visão geral da reação de Maillard pode ser conferida por meio do link abaixo:

<https://www.compoundchem.com/2015/01/27/maillardreaction/>

Bibliografia

<https://www.tudogostoso.com.br/receita/62547-a-melhor-receita-de-bolo-de-chocolate.html>

<https://cen.acs.org/articles/90/i40/Maillard-Reaction-Turns-100.html>

<https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/reactions/videos/2016/maillard-the-most-delicious-chemical-reaction-in-the-world.html>

BANDEIRA, V. S.; OSÓRIO, T da R.; MARTINS, M. M. **Experimentação no ensino: a química do bolo**. In: I Simpósio Sulamericano de pesquisa em ensino de ciências. Rio Grande do Sul, 2020.

BRANDÃO, R. N.; SILVA, R. L. C.; FERREIRA, A. C. R.; FARIA, W. C. S. **Ensinando química e bioquímica de alimentos através de revistas em quadrinhos**. Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais. Vol. 4, n. 2, P. 01-12, 2020.

CARNEIRO, G. S., PIRES, C. R. F.; PEREIRA, A. S.; CUNHA, N. T.; SILVA, C. A. da. **Caracterização físico-química de bolos com substituição parcial da farinha de trigo por aveia, quinoa e linhaça**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Vol.11, n. 21, P. 2015-3348, 2015.

CUNHA, S. E. da. **As sensações e os sentidos no ensinoaprendizagem da química orgânica**. Graduação. Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA. Arquemi, 2017.

PRÁTICA 4: AGRUPAMENTO DAS ESTRUTURAS DO SISTEMA NERVOSO

Tempo médio para a execução: 50 minutos

Situação Problema

- Quais as funções do Sistema nervoso (SN)?
- Como são constituídas as estruturas do SN?
- Quais as unidades funcionais do SN?

Objetivos de Aprendizagem

Organizar tópicos do Sistema Nervoso (SN) para compreender as dimensões escalares das estruturas constituintes.

Habilidades da BNCC

- (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Apresentação

O entendimento das relações entre o submicro/micro ao macro são muito desafiadoras para os estudantes da educação básica. Inicialmente, os alunos compreendem somente a relação tangível, aquela podemos identificar como concreta (alcançável), deixando de lado a relação intangível, identificada como abstrata, podendo se tornar inalcançável, sem conseguir relacioná-la às estruturas complementares (JOHNSTONES, 2010; MAIA; SILVA, 2019; TSAPARLIS, 2014).

Materiais necessários

- Lápis;
- Caneta;

- Canetinhas;
- Lápis de cores;
- Tesoura;
- Régua;
- Papeis coloridos;
- Materiais para consulta.

Orientações

Pedir que os estudantes escrevam as estruturas do sistema nervoso em cartões de tamanhos e cores variadas. Após esse processo, eles devem agrupar aqueles que estão no mesmo conjunto de divisões do SN. Cada estrutura deve acompanhar uma rede de conexões com cada outro conjunto.

Sugestões de estruturas: (desde submicro, passando por micro até macroscópicas), neurotransmissores (moléculas), células (neurônios, astrócitos, etc), regiões do encéfalo (cérebro, cerebelo, ponte, bulbo, etc).

Desafios da prática

É esperado que os alunos questionem quanto à função das estruturas neurais contextualizando com situações do seu cotidiano, sempre retomando as habilidades anteriores e comparando cada estrutura por suas dimensões. A interação submicroscópica dos neurotransmissores com a estrutura microscópica dos neurônios, relacionando com a funcionalidade dos órgãos de dimensões macroscópicas da região do encéfalo.

Bibliografia

Catala, M. and N. Kubis (2013). "**Gross anatomy and development of the peripheral nervous system.**" *Handb Clin Neurol* 115: 29-41.

PRÁTICA 5: TELEFONE SEM FIO

Tempo médio para a execução: 50 minutos

Situação Problema

- Como acontece a transmissão das informações no sistema nervoso?
- Quais as estruturas submicroscópicas, microscópicas e macroscópicas envolvidas no processo de neurotransmissão?

Objetivos de Aprendizagem

Contextualizar e explorar as discussões das etapas anteriores, realizar a prática do telefone sem fio com o intuito de promover reflexões acerca dos problemas causados pela ineficiência ou carência de biomoléculas que formam o SNC (experimental).

Habilidades da BNCC

- (EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Apresentação

A prática investigativa do telefone sem fio promove a contextualização por meio da experimentação, onde os alunos podem confrontar os problemas que envolvem os neurotransmissores. Afinal de acordo com Oliveira (2011):

“As bases neurais de alguns distúrbios que interferem no processo de aprendizagem são melhor compreendidas. Ter um cérebro com capacidade de realizar suas funções, com todas as suas estruturas bem formadas anatomicamente, sem desvios no seu desenvolvimento nem em sua

genética não garante a aprendizagem.”

Aqui, o elemento da comunicação entre duas pessoas por meio do telefone deve ser associado de forma análoga e escalar à comunicação celular, enfatizando o SNC. O que acontece se a comunicação se romper? Na analogia, entre células, o que a fala representa? Espera-se que os alunos tragam essas associações e busquem os elementos (neurotransmissores e suas relações com o metabolismo e macronutrientes) que estruturam a comunicação entre células nervosas.

Materiais necessários

- Papel;
- Lápis;
- Caneta.

Orientações

Posicionar os alunos em uma fila distantes uns dos outros com o espaço de um braço. Repassar uma frase para o último da fila que irá passar a informação adiante para o próximo e assim sucessivamente até chegar ao primeiro da fila que irá ser responsável por revelar a frase.

O professor deverá ser o mediador de toda a prática, instigando os estudantes a relacionar as funções do sistema nervos, principalmente o central, as características do telefone sem fio, sempre buscando os conhecimentos prévios dos alunos e promovendo a ancoragem com os novos conhecimentos.

Desafios da etapa

Espera-se que as relações escalares discutidas nas práticas I e II sejam resgatadas e mantidas ao longo de toda a discussão. Além disso, as discussões sobre moléculas, seus papéis e reações em contextos micro e macroscópicos, como apresentados na prática III, devem se conectar à presente prática. Aqui, o elemento da comunicação entre duas pessoas por meio do telefone deve ser associado de forma análoga e escalar à comunicação celular, enfatizando o SNC. O que acontece se passagem de informações for interrompida? Na analogia, entre células, o que essa interrupção representa? Espera-se que os alunos tragam essas associações e busquem os elementos (neurotransmissores e suas relações com o metabolismo e macronutrientes) que estruturam a comunicação entre células nervosas.

Bibliografia

Catala, M. and N. Kubis (2013). "Gross anatomy and development of the peripheral nervous system." *Handb Clin Neurol* 115: 29-41.

OLIVEIRA, G. G. de. **Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores.** Mestrado. Universidade de Uberaba, Uberaba, 2011.